



INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA
INSTITUTO SUPERIOR DE CONTABILIDADE E ADMINISTRAÇÃO DE
COIMBRA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

GESTÃO DA LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO SUPORTADA EM CUSTEIO

Ricardo João Nobre Pinto

Relatório de Estágio realizado no Mestrado em Gestão Empresarial com a

Orientação de:

Eng^a Ana Cristina dos Santos Amaro

Coorientação:

Dr. Adélio Alferes Saraiva

Maio 2016

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

GESTÃO DA LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO SUPORTADA EM CUSTEIO

Ricardo João Nobre Pinto

Relatório de Estágio realizado no Mestrado em Gestão Empresarial com a

Orientação de:

Eng^a Ana Cristina dos Santos Amaro

Coorientação:

Dr. Adélio Alferes Saraiva

Maio 2016

Resumo

O presente relatório descreve o trabalho de estágio curricular realizado no Aviário do Pinheiro S.A..

A pertinência organizacional e científica da gestão logística da distribuição serviu de motivação à definição dos objetivos do estudo a realizar, sendo estes centrados na elaboração de propostas de melhoria do processo inerente à distribuição do produto acabado. A ênfase é colocada na integração de recursos de apoio ao planeamento da distribuição, suportados numa adequada análise do custeio das atividades logísticas.

O trabalho desenvolvido permitiu concluir da oportunidade de melhoria das soluções atualmente implementadas na organização, deixando repto e fundamentação para desenvolvimentos futuros neste domínio.

Palavras chave: Logística, Gestão logística, Vehicle Routing Problem, Custeio de atividades.

Abstract

This report describes the Master's internship work held in Aviário do Pinheiro, S.A. The organizational and scientific relevance of the logistic management of distribution were the motivation behind the defined study objectives. The major scope is the development of proposals to improve the distribution process of finished product. The focus is placed on the integration of resources to support distribution planning, based on cost analysis of logistic activities.

The work done points out the opportunity to improve the solutions currently implemented in the Organization. Besides that, there are important challenges that justify future developments in this area.

Keywords: Logistics, Logistics Management, Vehicle Routing Problem, activity costing.

Agradecimentos

Gostaria em primeiro lugar de agradecer à minha orientadora, a Eng^a Ana Cristina Amaro, ao meu coorientador Dr. Adélio Alferes Saraiva e ao meu supervisor José António Ferreira, pela confiança, disponibilidade, apoio, compreensão, e enorme resiliência que tiveram para comigo durante todo o estágio.

No entanto este relatório, representa para mim o fecho da minha experiência académica enquanto estudante e elemento ativo do Instituto Superior de Contabilidade e Auditoria de Coimbra. Foi para mim uma honra ser parte integrante deste instituto, onde tive oportunidade de ter uma experiência dificilmente superável, a presidência da Associação de Estudantes, sendo esta a de maior relevância na minha vida académica, junto de todos aqueles que me acompanharam, e foram muitos!

Opto por não escrever nesta folha de papel os nomes daqueles que me acompanharam, pois foram tantas as relações de amizade que se criaram, entre alunos, professores, funcionários, direção da escola e claro os meus colegas dirigentes associativos, que decerto iria ser injusto em qualquer palavra que aqui deixasse, pois não faria jus a todo o sentimento de alegria e gratidão que me envolvem.

Por fim, ainda que não menos importante, quero deixar um agradecimento especial aos meus pais e ao meu irmão que estiveram sempre presentes, dispostos a ajudar e sem colocarem em causa as minhas escolhas.

Obrigado!

Índice

1	CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
1.1	Apresentação da empresa	1
1.2	Identificação do problema	3
1.3	Pertinência do tema de estágio	4
1.4	Objetivos e Metodologia	4
1.4.1	Objetivo Geral	5
1.4.2	Objetivos Específicos	5
1.4.3	Metodologia	6
1.5	Estrutura geral do relatório	7
2	CAPÍTULO II – ENQUADRAMENTO TEÓRICO	9
2.1	Logística e Logística de Distribuição	9
2.2	Custeio de operações	14
2.2.1	O Custeio pelo método ABC	14
2.2.2	Custeio de operações logísticas	16
2.3	Modelação e Otimização de Rotas - <i>Vehicle Routing Problem</i>	20
2.4	Sumário	22
3	CAPÍTULO III – ANÁLISE DO CONTEXTO	23
3.1	Análise da Indústria	23
3.1.1	Produção e Sistemas produtivos	23
3.1.2	A Transformação	24
3.1.3	O Mercado	24
3.2	Análise da Concorrência	25
3.3	Análise dos recursos e capacidades	27
3.4	Análise da Cadeia de Valor	28
3.5	Análise SWOT	32
3.5.1	Pontos Fracos e Ameaças	32
3.5.2	Pontos Fortes e Oportunidades	33
3.6	Análise Macro da logística de distribuição na empresa	35
4	CAPÍTULO IV – DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DAS ATIVIDADES DE ESTÁGIO	39
4.1	Análise do processo de distribuição	39

4.2	Estrutura de distribuição – planificação por zonas	40
4.3	Caraterização da frota de distribuição	42
4.4	Apreciação global das atividades	43
5	CAPÍTULO V - GESTÃO DA DISTRIBUIÇÃO E PLANEAMENTO DE ROTAS DE TRANSPORTE	44
5.1	Abordagem tradicional	44
5.2	Distribuição ótima – proposta VRP	45
5.3	Etapas de aplicação do solver VRP	49
6	CAPÍTULO VI – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DAS PROPOSTAS DESENVOLVIDAS	51
6.1	Planeamento das Rotas de Distribuição	51
6.1.1	Apreciação dos resultados relativos à “Zona4”	52
6.1.2	Apreciação dos resultados relativos à “Zona11”	54
6.2	Custeio das atividades de distribuição	56
6.2.1	Apreciação dos resultados relativos à “Zona4”	56
6.2.2	Apreciação dos resultados relativos à “Zona11”	58
7	CAPÍTULO VII – CONCLUSÕES	59
7.1	Principais conclusões do trabalho desenvolvido	59
7.2	Perspetivas futuras	60
7.3	Considerações pessoais	61
	BIBLIOGRAFIA	62
	ANEXOS	64

1 Capítulo I – Introdução

O presente relatório procura descrever o trabalho desenvolvido no âmbito do estágio curricular integrante da componente não letiva do Mestrado em Gestão Empresarial e subordinado ao tema “*Gestão da logística de distribuição suportada em custeio*”.

O estágio teve a duração de dez meses, com uma carga semanal de quarenta horas, perfazendo um total de 1920 horas, cumprindo desta forma o previsto no plano de estudos do Mestrado e no artigo 21º, alínea 4, do regulamento dos Cursos do 2º Ciclo do Instituto Superior de Contabilidade de Coimbra.

O estágio foi realizado na empresa Aviário do Pinheiro, S.A. entre janeiro de 2015 e outubro de 2015, nas instalações sediadas em Pragança, Cadaval.

O horário de trabalho foi integralmente cumprido, de Segunda a Sexta, das 9 horas às 13 horas e das 14 horas às 18 horas, num total de 8 horas diárias de trabalho.

1.1 Apresentação da empresa

A empresa Aviário do Pinheiro, S.A., é uma referência no âmbito da produção, comercialização e distribuição de produtos Avícolas, detendo uma posição consolidada no mercado nacional e um forte potencial de expansão neste setor.

O *Aviário do Pinheiro*, S.A. é uma sociedade anónima detida a 100% por capitais nacionais, tendo como objeto social a produção, abate, transformação, comercialização e distribuição de carnes de aves.

Administrador	José António Ferreira
Morada	Quinta da Senhora da Luz, Pragança, 2550-371 LAMAS CDV
Coordenadas	39.201468, -9.068686
Ramo	Avicultura
Volume de Negócios 2012	10.149.418€
Volume de Negócios 2013	10.335.500€
Nº de Colaboradores	111

Esta empresa atua essencialmente na zona da grande Lisboa, zona Oeste, Ribatejo e Alentejo.

Com sede na localidade de Pragança, concelho de Cadaval, distrito de Lisboa, a empresa tem o seu centro de abate instalado na morada da sede, contando ainda com vários aviários em diversas regiões do país e com um armazém equipado com câmaras frigoríficas em Montemor-o-Novo, distrito de Évora.

A atividade do *Aviário do Pinheiro*, S.A. abrange o processamento de todo o fluxo de materiais e operações, desde a compra da matéria-prima até à entrega dos produtos finais, nos postos de venda dos clientes, conforme figura 1.

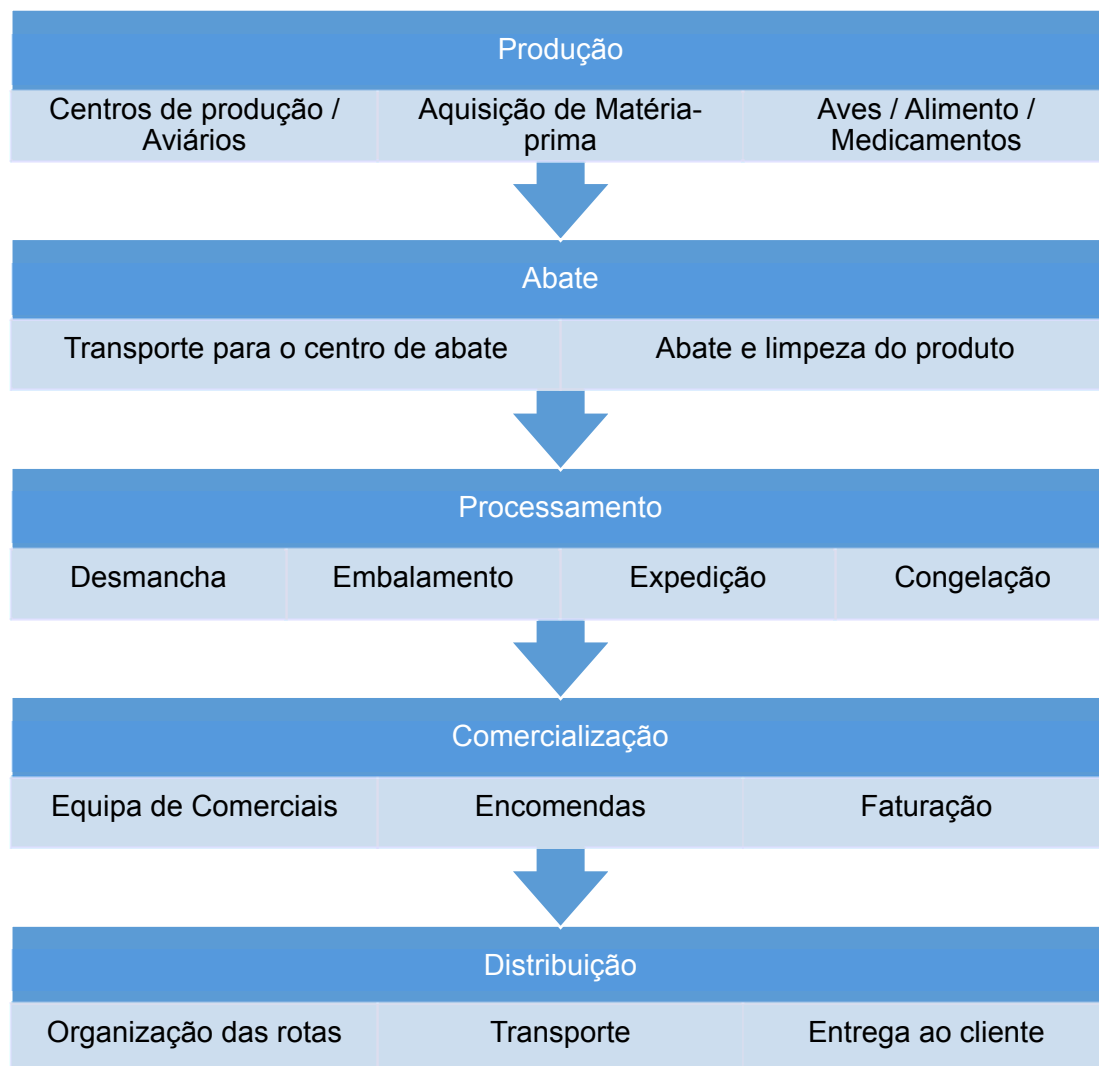


Figura 1- Quatro de atividades do *Aviário do Pinheiro*, S.A.

A distribuição é uma atividade chave na empresa. A sua gestão é particularmente exigente em resultado dos requisitos impostos, quer pelo número e distribuição geográfica dos clientes, quer pelas condicionantes associadas à planificação das entregas e, não menos importante, pela contínua necessidade de conciliação desses requisitos com os recursos disponíveis na empresa.

A dimensão da frota de veículos, em número e capacidade, é determinante para o satisfatório cumprimento do plano diário de entregas. Neste âmbito, a empresa conta

com 50 viaturas distribuídas pelos vários setores, das quais 22 estão afetas à distribuição.

1.2 Identificação do problema

A empresa está em considerável crescimento e, como tal, acentua-se a dificuldade de gestão da sua frota de veículos, particularmente a afeta à distribuição do produto acabado. Dia após dia a empresa angaria novos clientes, em diversas regiões, abastecendo já, diariamente, mais de 500 clientes, no seu local de atividade e, integralmente, com recursos próprios (i.e. carros e motoristas do *Aviário do Pinheiro*, S.A.).

Neste contexto justifica-se a pertinência para a empresa, do desenvolvimento de uma planificação realista e fidedigna dos seus recursos e, em particular, dos afetos à distribuição. Paralelamente, a importância da gestão eficaz de todas as rotas de transporte torna ainda mais relevante a elaboração de um estudo que permita não só a monitorização das operações e dos recursos envolvidos como ainda a proposta de percursos (rotas) a implementar diariamente na estruturação das operações de transporte.

Complementarmente a esta primeira necessidade, será necessário perceber, analisar e, se possível melhorar o método que a empresa utiliza para o custeio das atividades que acompanham o fluxo logístico de distribuição do produto acabado, desde a saída do armazém até ao cliente final (equipamentos, recursos, capacidades e custos). A análise das práticas empresariais permitiu concluir que, atualmente o único controlo de custos efetivado na empresa é a relação entre os custos fixos e os custos variáveis atribuídos aos veículos que fazem a distribuição do produto acabado.

A revisão da literatura evidencia inúmeras contribuições que sublinham quer o impacto dos processos de distribuição nos resultados organizacionais, quer a importância da monitorização e controlo de inúmeras variáveis que podem e devem ser consideradas numa adequada análise de custos, nomeadamente ao nível da distribuição.

Importa notar que o processo logístico da empresa não se esgota na distribuição do produto acabado. O processo logístico tem início na integração das matérias-primas nos aviários, seguindo-se a fase do transporte para o centro de abate e, após processamento (i.e. o abate, a desmancha, a congelação ou armazenagem do produto acabado), dá lugar às atividades de venda que, por sua vez, originam a distribuição ao

cliente de retalho. O presente trabalho centra-se precisamente nesta última etapa do ciclo de processamento, a distribuição.

1.3 Pertinência do tema de estágio

A conjuntura económica atual, as mudanças observadas nos indicadores de consumo dos clientes, a forte, crescente e coesa concorrência no setor alimentar, a necessidade de inovação e a exigência de celeridade na disponibilização de bens e na prestação de serviços justificam a pertinência do tema.

Para o *Aviário do Pinheiro*, S.A., a logística de distribuição assume um peso preponderante na sua cadeia de valor. Assim, o presente estudo procura, de um ponto de vista organizacional, dar respostas adequadas e potenciadoras de um crescimento consolidado da empresa.

Paralelamente, diferentes contribuições da literatura destacam a importância e o impacto da tomada de decisão ao nível do planeamento e do controlo operacional das diferentes atividades numa organização. Neste caso particular, o planeamento e controlo da distribuição e o desenvolvimento de indicadores que permitam o acompanhamento e monitorização do processo são de reconhecido interesse.

Por outro lado, o registo dos custos reais e a sua apreciação comparativa em períodos homólogos permite controlar indicadores relevantes e facilitadores da tomada de decisão. Esta análise poderá fornecer informações pertinentes relativas a necessidades futuras da empresa, aos requisitos dos seus clientes e, como tal, fortificar a sua cadeia de valor.

Por fim, importa ainda referir que a aposta da empresa na melhoria contínua dos produtos e processos, atenta às necessidades dos clientes, é uma oportunidade de consolidação do seu posicionamento de mercado. Neste âmbito, a avaliação dos processos e a análise de rastreabilidade dos produtos são elementos relevantes para o planeamento e gestão das operações na empresa.

1.4 Objetivos e Metodologia

Neste ponto pretende-se apresentar os objetivos delineados para o trabalho de estágio e subsequente relatório, definindo ainda as metodologias delineadas para alcançar esses objetivos.

1.4.1 Objetivo Geral

Considerando a ligação ao contexto empresarial proporcionada pela realização do estágio, entendeu-se que o objetivo central do trabalho a desenvolver deveria incorporar a criação de valor para a empresa de acolhimento.

Assim, desde o início, houve preocupação em identificar os principais problemas e constrangimentos de gestão diária das atividades desenvolvidas na empresa. Desta análise resultou o desafio na área da gestão logística que, paralelamente, se revelava uma oportunidade de desenvolvimento de competências de gestão nesse domínio.

O objetivo do presente estágio vai assim ao encontro dos desafios lançados pela empresa de acolhimento, na área da logística de distribuição e, atento à importância reconhecida pela comunidade científica a esta área do conhecimento.

Assume-se desta forma, como objetivo geral do trabalho: *desenvolver propostas que permitam melhorar todo o processo inerente à distribuição, em particular, do produto acabado ou seja, contribuir com elementos facilitadores da decisão no âmbito do planeamento da distribuição, suportados numa adequada análise do custeio das atividades logísticas envolvidas.*

1.4.2 Objetivos Específicos

Numa linha de continuidade do objetivo geral do presente trabalho de estágio, foi definido um conjunto de objetivos específicos. Estes partem dos requisitos de conhecimento da realidade organizacional da empresa e das aspirações dos seus clientes, procurando suportar o desenvolvimento de uma proposta facilitadora do planeamento, da gestão da distribuição e dos seus custos.

Assim, os objetivos específicos compreendem:

- Conhecer e apreender a realidade organizacional da empresa, estrutura e políticas de decisão;
- Familiarização com as normas e práticas internas da organização;
- Proceder ao levantamento dos processos de gestão/operações do setor da logística de distribuição;
- Conhecer detalhadamente as características e requisitos de cada um dos percursos ou rotas de distribuição e sua execução no terreno;
- Conhecer os clientes e as suas necessidades no serviço de distribuição e entrega do produto acabado.
- Avaliação crítica dos processos, conjuntamente com os responsáveis;
- Avaliação e discussão da cadeia de valor;

- Avaliação e comparação das métricas definidas com as melhores práticas do mercado;
- Desenvolvimento de propostas que vão ao encontro do propósito de gestão logística da distribuição e ao seu planeamento, integrando uma avaliação detalhada de custos;
- Desenvolvimento de indicadores capazes de facilitar a análise e a decisão no setor da distribuição.

Em síntese, apresentada e justificada a temática e a importância que este tipo de estudo pode ter no futuro da empresa, pretende-se contribuir, através do presente trabalho, para o progresso e sustentabilidade da entidade, através da criação de propostas facilitadoras da tomada de decisão na gestão logística, suportados no custeio dessas atividades.

1.4.3 Metodologia

Apresentados os objetivos há que definir a estratégia para os alcançar, ou seja, a metodologia adotada.

Não só a elaboração do presente relatório, como a realização do estágio, seguem uma metodologia estrategicamente orientada para uma pesquisa com carácter participante, dado o estreito contacto com o objeto de pesquisa. Esta metodologia permite uma melhor apreensão das técnicas e dos meios em uso pelos intervenientes, para que, posteriormente se consiga uma interpretação, em cenário essencialmente prático e, como tal, mais próximo da realidade.

A informação recolhida foi obtida no “terreno”, sendo que numa primeira fase, houve lugar à realização de reuniões e acompanhamento das chefias de modo a perceber quais os métodos de custeio utilizados para o setor da distribuição e perceber onde se poderia intervir para melhorar/complementar as técnicas utilizadas.

Ainda seguindo uma metodologia de carácter participante, numa segunda fase, foi efetuado um acompanhamento das rotas de distribuição, com o propósito de análise e monitorização dos percursos (rotas) executados. Adicionalmente, esta metodologia participante permitiu ainda identificar as necessidades e expectativas dos clientes, dos motoristas e as características necessárias das viaturas, para a elaboração desses trajetos de distribuição, obtendo-se assim um conhecimento real do problema.

Por outro lado, o recurso à modalidade de pesquisa quantitativa, permitiu analisar estatísticas de amostras, com base em informação e históricos da empresa e, por sua vez, obter e apreciar resultados, tendo como principal objetivo avaliar e comparar

indicadores que permitam aferir o desempenho dos processos e suas potenciais “janelas” de melhoria ou mesmo de otimização. Nesta etapa foi particularmente relevante a utilização do ERP implementado na empresa, o *SageRetail*.¹

A terceira fase do trabalho foi delineada com o propósito de desenvolvimento de uma análise detalhada dos elementos operacionais (consulta dos mapas que relatam os quilómetros, as quantidades e os clientes que a empresa considera necessária para a existência de uma volta de distribuição numa determinada zona), de forma a conhecer adequadamente o setor de planeamento logístico de distribuição da empresa.

Numa última fase, procedeu-se à utilização dos mapas existentes na empresa para o planeamento da distribuição readaptando-os para os paradigmas atuais, com base no desenvolvimento de uma nova proposta. Esta fase é suportada por uma metodologia de *research design*, orientada para o desenvolvimento de contribuições que permitam capacitar a empresa com ferramentas mais eficientes para a gestão logística da distribuição.

1.5 Estrutura geral do relatório

O presente relatório apresenta-se subdividido em 6 capítulos. No presente capítulo, Capítulo I - Introdução, efetua-se uma apresentação sucinta da empresa, justificando a pertinência do tema de estágio e definindo-se os objetivos e a metodologia.

O Capítulo II, Enquadramento Teórico, é composto por uma revisão bibliográfica e análise do estado da arte no que diz respeito à literatura sobre logística, logística de distribuição e sobre o custeio de operações logísticas e o método de custeio de ABC. Procura-se ainda neste capítulo apreciar propostas de modelação ótima de problemas de rotas de transporte, *vehicle routing problem* (VRP), analisando-se alguns dos desenvolvimentos propostos e a sua aplicabilidade à resolução de problemas concretos de grande dimensão.

No Capítulo III, Análise de Contexto, descreve-se uma análise da indústria, da concorrência, dos recursos e capacidades, da cadeia de valor e, por fim, a análise SWOT. Este capítulo elucida-nos da logística da empresa através de uma análise macro. Nesta sequência, o Capítulo IV - Descrição e análise crítica das atividades de estágio, tem como propósito a apreciação extensiva das atividades do estágio no que concerne, quer aos métodos de custeio das rotas de distribuição da empresa, quer às consequentes implicações para a gestão e planeamento das mesmas.

¹ Enterprise Resource Planning (ERP) da empresa, utilizado maioritariamente como sistema de faturação.

Cabe ao quinto capítulo a descrição da abordagem tradicional e da nova proposta de gestão da distribuição e de planeamento das rotas de transporte. Nesta apreciação para além da apresentação e fundamentação da nova proposta são ainda descritas as principais etapas do procedimento de implementação. Segue-se então o capítulo VI - Análise e discussão dos resultados das propostas desenvolvidas, no qual se apresenta uma síntese dos resultados obtidos para os cenários operacionais analisados e sua aplicação a duas zonas de distribuição da empresa.

Por fim, no capítulo VII - Conclusões, apresentam-se as considerações finais, sumariando as expectativas e objetivos alcançados, revêm-se as lições apreendidas e estabelecem-se alguns caminhos para desenvolvimentos futuros.

2 Capítulo II – Enquadramento Teórico

O presente capítulo apresenta um enquadramento sumário das temáticas debatidas no relatório, identificando e definindo os paradigmas que marcam a atualidade dos temas abordados.

O enquadramento teórico foi elaborado com base numa revisão da literatura no âmbito da logística, com principal enfoque sobre a logística de distribuição e o seu custeio.

A revisão bibliográfica é suportada na apreciação de contribuições vertidas quer em livros, quer em artigos e teses, disponíveis em repositórios digitais (p.ex: b-on) que foram particularmente facilitadores na pesquisa de referências.

Podemos, portanto, encontrar neste capítulo alguma discussão sobre logística nomeadamente, o estado da arte nesta área do conhecimento, enfatizando-se a sua componente histórica e o respetivo contexto prático; sobre logística de distribuição e ainda sobre o custeio das operações logísticas e o método de custeio ABC, concluindo-se este desenvolvimento com a apreciação do *Vehicle Routing Problem* (VPR) e da sua aplicação à gestão de rotas de transporte.

2.1 Logística e Logística de Distribuição

Com a evolução da humanidade, na procura contínua e infinita da satisfação das suas necessidades e desejos, também eles infinitos, surge um desafio às empresas: disponibilizar os seus produtos, ao menor custo possível, no momento e no local adequado, para que os seus clientes os possam consumir satisfazendo, assim, as referidas necessidades e desejos.

Com uma economia que reinventa a globalização de dia para dia tornando-se cada vez mais competitiva, as empresas vêm-se confrontadas diariamente com o custo de oportunidade e de gestão de expetativas, seja entre clientes, acionistas ou fornecedores, exigindo uma gestão organizacional mais eficiente e eficaz para que estas se possam afirmar no mercado, seja nacional, seja internacional, mantendo relações institucionais duradouras com os parceiros. Para tanto, as empresas têm de apresentar um posicionamento de abertura, atento e capaz de gerir essas mudanças organizacionais e enfrentar expetativas, apresentando soluções de uma forma rápida, flexível e que proporcione ganhos a todas as partes interessadas (i.e. *stakeholders*).

São muitas as interpretações bibliográficas que encontramos na literatura sobre a origem da designação logística enquanto área de conhecimento, mas todas convergem para a vertente bélica da palavra.

Proveniente do verbo francês *loger*, o conceito de logística chega-nos com referências à arte bélica, à arte da guerra, conceito este que definia a habilidade de movimentar, acomodar ou até fornecer tropas. Segundo Thorpe (2002), deve-se ao barão Henri de Jomini os primeiros desenvolvimentos no domínio da logística. A este propósito, DeLarge (2008) enfatiza o contexto da então definição da logística como “a arte da prática de movimentar exércitos, ou seja, tudo ou quase tudo no campo das atividades militares, exceto o combate”.

Como em muitos outros casos de gestão, é-nos útil perceber qual a origem das definições, mas raro é o caso em que essa definição espelha a atualidade da escala empresarial. Como tal, importa saber o que se define atualmente como logística.

O *Massachusetts Institute of Technology* (MIT)² define logística como gestão do fluxo de bens, de capital, de ideias e de informações, através da coordenação dos processos da cadeia logística e através da utilidade de lugar, tempo e forma.

Por seu lado, o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP)³, define a gestão logística como a parte do *Supply Chain Management*⁴ que planeia, implementa e controla a eficiência e eficácia do fluxo, normal e inverso, do movimento de bens, serviços e informações relacionadas entre o ponto de origem e o ponto de consumo, para satisfazer os requisitos dos consumidores (Sumil, 2011). O CSCMP refere ainda que a gestão das atividades logísticas inclui, normalmente, a gestão dos transportes de entrada (*Inbound*) e saída (*Outbound*), da frota de veículos, do armazenamento, da manipulação e satisfação de encomendas, do desenho da rede de distribuição, da gestão de *stocks* e planeamento da relação entre oferta e procura. Genericamente, a função logística inclui as componentes de abastecimento e compra, de planeamento da produção, de *picking*⁵ e preparação de pedidos e do serviço ao cliente, definido pelas operações de distribuição.

O planeamento logístico pode ser conduzido ao nível estratégico, tático e operacional, em coerência com determinantes de tempo e forma diversos.

² O Instituto de Tecnologia de Massachusetts é um centro universitário de educação e pesquisa privado, localizado em Cambridge, Massachusetts, nos Estados Unidos.

³ Principal associação mundial de profissionais de gestão de cadeias de abastecimento.

⁴ Gestão da cadeia logística

⁵ O *picking*, ou também denominado *order picking* (separação e preparação de pedidos), pode ser definido como a atividade, na qual um pequeno número de produtos, é extraído de um sistema de armazenagem, para satisfazer um certo número de pedidos independentes de clientes (Murray, 2009).

Segundo Gracioli (2005) o conceito de logística pode ser entendido a partir dos chamados 7C's (de sete certos) da logística: *“Assegurar a disponibilidade do produto certo, na quantidade certa, na forma certa, no lugar certo, no momento certo, para o cliente certo, ao custo certo”*.

Esta definição sendo uma das mais simples e assertiva da logística, coloca a tónica na satisfação eficaz e eficiente do cliente, principalmente no que diz respeito aos decisivos de qualidade, de tempo e de custo.

Para Saslavsky (2014) a integração dinâmica e flexível entre os componentes da cadeia logística ocorre dentro da empresa e nas relações da empresa com os fornecedores e clientes. Isto é, o desenvolvimento das novas tecnologias ligadas à informática e às redes de comunicação que esta despoletou, possibilitam uma dinâmica agilizada em todos os momentos da cadeia logística.

Complementarmente ao paradigma anterior, as empresas integrantes de uma cadeia passam a olhar para a logística de uma forma estratégica. Em vez de uma otimização pontual das operações centrada nos procedimentos como uma mera imputação de custos, as empresas passaram a procurar novas soluções, utilizando a logística para ganhar competitividade e para induzir novos negócios. Os intervenientes da cadeia passaram a trabalhar mais próximos, trocando informações outrora consideradas confidenciais e criando parcerias.

Mais tarde, surge o contexto da Logística Inversa⁶ e, com ele, a objetivação absoluta na satisfação do consumidor final através da criação de parcerias entre fornecedores e clientes ao longo da cadeia logística, aplicando esforços de forma sistemática e continuada, visando agregar o máximo de valor para o consumidor final, eliminar os desperdícios, reduzir custos e aumentar a eficiência.

Crespo *et al.* (2012) remete-nos para a realidade de que, atualmente uma organização deve encarar a logística de forma departamental, responsável e estruturar grupos de atividades orientadas para o mercado, reunindo todos os esforços para cumprir a génese e os pressupostos enunciados nos 7C's.

Em particular, no que concerne à logística tradicional ou de distribuição *“A distribuição física é um ciclo que compreende as atividades de transmissão, processamento e separação de pedidos, transporte, entrega de mercadorias ao cliente, tendo, portanto, uma influência direta e muito forte nas atividades de marketing, vendas e, principalmente, no desenvolvimento de um relacionamento duradouro e lucrativo com*

⁶ A logística inversa é a área da logística que trata dos aspetos de retorno de produtos, embalagens ou materiais ao centro produtivo.

os clientes. Muitas vezes, a distribuição física combina iniciativas de produção e marketing num esforço integrado.” (Bowersox e Closs, 2001).

Tal como se referiu anteriormente, o mercado atual coloca as empresas constantemente a medir o custo de oportunidade das suas ações, testando a sua capacidade de reação às mudanças organizacionais e, até mesmo à gestão de conflitos e expectativas entre os *stackholders*.

Paralelamente, como tivemos oportunidade referir, a logística de distribuição é uma importante componente de inter-relacionamento com os clientes que, quando bem-sucedida e gerida, pode reduzir riscos de conflitos e melhorar a satisfação das expectativas dos clientes.

Analisando ainda a logística de distribuição, Kotler (2000) considera que os canais de distribuição exercem um papel fundamental, afirmando: *“O canal de distribuição pode ser visto como um conjunto de organizações independentes envolvidas no processo de entrega de um produto ou serviço, podendo ainda ser definido como uma rede organizada de órgãos e instituições que, combinados, executam todas as funções necessárias para ligar os produtos aos consumidores finais”*.

Regra geral, as empresas investem estrategicamente muito tempo na estruturação e consolidação destes canais, tornando-se tão essenciais quanto os outros recursos e processos internos. Atendendo ainda ao paralelismo destes não serem estáticos, tal como os recursos e processos internos, de modo a fazerem face às referidas mudanças organizacionais.

Na indústria de bens de consumo e, em especial nos processos logísticos de distribuição, permanecem questões importantes, tais como: é imprescindível manter intermediários entre o fabricante e o cliente final? E quais seriam os benefícios de eliminar os intermediários, distribuindo diretamente os produtos ao cliente?

Christopher (1997), apresenta uma proposta de resposta a essas questões afirmando que, quando se tem como objetivo desenvolver processos visando a oferta de serviços aos clientes, e através desta, obter a diferenciação, devem ser considerados elementos do serviço ao cliente, tais como: a) Ciclo do pedido ou seja, o tempo que medeia entre o recebimento do pedido do cliente e a entrega do produto; b) Restrições de dimensão no que concerne ao número de unidades integrantes dos lotes mínimos, em consequências dos custos de processamento. No entanto, os clientes exigem, cada vez mais, fornecimentos de pequenos lotes e maior frequência de entrega ou seja, grande *flexibilidade* por parte dos fornecedores no que se refere à quantidade mínima do pedido; c) Facilidade de colocação do pedido no sentido em que os clientes procuram fornecedores que agilizem a colocação dos pedidos e, simultaneamente, possibilitem a partilha de sistemas de automatização dos processos logísticos de fornecimento; d)

Confiabilidade na entrega que reporta à parcela da quantidade do pedido entregue na data definida pelo fornecedor. Esta medida indica o comprometimento com o cliente no que se refere a quantidades fornecidas, no prazo pré-estabelecido; e) Procedimentos para reclamações - deve haver procedimentos para solucionar, de forma sistemática e definitiva, os eventuais problemas que vierem a ocorrer no fornecimento. Procedimentos neste sentido, inexistentes ou mal definidos, geram perdas crônicas nos processos de fornecimentos; f) Entregas de pedidos completos - na ocasião da colocação do pedido, o cliente define as quantidades e prazos necessários. Portanto, as quantidades fornecidas devem ser exatamente aquelas solicitadas. A falta ou excesso de unidades fornecidas resulta no descontentamento do cliente que recebe quantidades em desacordo com suas necessidades; g) Informação sobre os pedidos - a empresa deve ter condições de informar ao cliente sobre o andamento de seu pedido. Aliás, a informação sobre o andamento dos pedidos é um importante aspecto a ser considerado por aqueles que buscam a agregação de valor através do competente gerenciamento do processo logístico.

Os elementos suprarreferidos são fundamentais para as empresas que procuram desenvolver um elevado padrão de qualidade no desempenho do serviço ao cliente.

Conforme enfatiza Christopher (1997), a qualidade dos serviços prestados depende, principalmente, da forma como o sistema logístico é projetado e gerido, ou seja, o resultado da atividade logística influencia diretamente o nível do serviço oferecido ao cliente. A melhoria do desempenho dos serviços ao cliente deve assim ocorrer a partir do entendimento e otimização do processo logístico.

No entanto, o fluxo de materiais e informações, atividades e processos que ligam os fornecedores aos clientes finais são complexos. Portanto, é crucial compreender o processo e reconhecer os seus pontos críticos, de forma a identificar as oportunidades de melhoria. Arbache (2011), em “*Gestão de logística, distribuição e trade marketing*”, reforça o paradigma anterior dizendo-nos que o foco principal das empresas é satisfazer as necessidades dos clientes e consumidores e, ao mesmo tempo, maximizar tanto a participação no mercado, como no lucro. Para tanto, uma das funções chave está na logística de distribuição, enquanto suporte do processo de venda.

Esta afirmação vem reforçar as fundamentações de Christopher (1997), sendo no caso concreto das empresas retalhistas, de primordial importância o investimento na sua logística de distribuição, numa ótica de prestação de melhor serviço ao cliente e de maior comprometimento com a sua efetiva satisfação.

Podemos então afirmar que atividades logísticas de distribuição são bastante complexas, pois para além do aspecto da sua interligação, há uma considerável dificuldade em apurar os custos relativos a cada uma delas. São atividades realizadas

a partir de uma estrutura de apoio, ou seja, representam custos indiretos, o que contribui para dificultar a identificação dos custos de cada uma isoladamente.

Portanto, sendo a logística de distribuição fundamental na oferta de produtos e serviços com maior valor agregado, torna-se necessário identificar os custos destas atividades com maior transparência e consistência.

2.2 Custeio de operações

Nos dias que correm existe um estímulo implícito por parte da economia para com as empresas, o controlo de custos, o custeio. Cada vez mais o custeio nas empresas procura ser um indicador de desempenho das atividades desenvolvidas, mas uma má decisão poderá também significar a diminuição da qualidade do produto ou serviço prestado ao cliente. Um dos métodos mais utilizados hoje em dia, é o custeio pelo método ABC, do qual se efetua uma apreciação sumária e, neste caso específico, dirigida ao custeio nas operações logísticas.

2.2.1 O Custeio pelo método ABC

A literatura é muito explícita quando se fala do método de custeio “*Activity-Based Costing*”, ou mais conhecido por método ABC, que tem a sua origem nos Estados Unidos, na década de 80, tendo sido desenvolvido por dois professores, Robert Kaplan e Robin Cooper.

De acordo com Drury (2000), em 1949, Goetz já apresentara algumas publicações com grande aproximação ao tema e onde expunha alguns dos princípios que viriam a ser propostos pelo modelo de custeio “activity-based costing” (ABC).

“Este método de custear os produtos ou serviços, utiliza como objeto de custeio, atividades em vez dos próprios produtos, isto é, o processo de fazer o produto em detrimento do produto feito.”, *in* (Wernke, 2014)

Segundo Wernke (2014), uma organização pode ganhar vantagem competitiva assumindo como método de custeio um processo que requer identificar, custear e seguir *inputs* e *outputs* de atividades, ao invés de alocar custos diretos e indiretos a produtos.

Por outro lado, segundo o autor: “A implementação deste método de custeio na organização permite aos gestores tomarem decisões mais sustentadas e, como tal, contribuir com mais valor para os objetivos da empresa, devido às melhores escolhas realizadas. Outro benefício inerente ao modelo é a criação de um sentido de consciência de custos por parte dos colaboradores. A aplicação do modelo ABC é mais complexa que o tradicional sistema de custeio e pode originar custos emocionais, como perda de

conforto e afetação do ego de quem lida com o conhecimento relacionado com custos. Esta situação pode provocar uma certa resistência, por parte desses colaboradores na implementação do modelo.” *in* (Wernke, 2014).

Lin *et al* (2001) reforçam essa ideia referindo que “na realidade, a implementação do modelo ABC coloca, ao conhecimento de todos, os verdadeiros custos do negócio, em função dos seus clientes, fornecedores ou distribuidores.”

Retomando Drury (2000), é perceptível a clareza com que o autor explica uma implementação possível para o método de custeio baseado no modelo ABC que engloba 4 passos fundamentais. Segundo o autor, o processo de criação do modelo inicia-se com a identificação das atividades em curso na empresa. Este é um processo crucial no correto desenvolvimento do modelo, uma vez que serão essas atividades que serão custeadas e, estando associadas aos objetos de custo, irão originar o custo do próprio objeto. Nessa linha, passa-se à associação de custos a centros de custos para cada uma das atividades definidas anteriormente. Para cada atividade deve então ser identificado o respetivo *cost driver*⁷, que será o impulsionador de custos na atividade e, finalmente, associar os custos das atividades aos produtos que necessitam dessas mesmas atividades.

Para facilitar o entendimento do método ABC é necessário apreender alguns dos conceitos anteriormente mencionados.

É possível, para cada atividade ou produto, encontrar vários *cost drivers* e a sua escolha depende da precisão requerida pelo modelo. Themido *et al.* (2000) definem como *cost driver* uma variável que demonstra a relação existente entre a utilização de recursos, a execução de uma atividade e o custo final do objeto de custeio.

Por outro lado, a designação Centro de custos refere-se à *área, máquina ou pessoa a quem os custos diretos e indiretos são alocados*, tal como é descrito no “Business Dictionary” (2012). São pois grupos de custos relacionados com um mesmo produto, serviço ou atividade. Ainda utilizando a mesma fonte, importa contextualizar o conceito de Atividade, que é definido como um conjunto de ações executadas dentro de uma organização. A este respeito, podemos ainda encontrar uma definição mais detalhada de *atividade* que a estabelece como um conjunto de tarefas que utilizam recursos e que tem como resultado final a realização de um serviço ou a transição física de um produto entre dois estados. Por último, os conceitos de Objeto de custeio que se reporta ao bem ou serviço final resultante da execução de um conjunto de atividades e de Recursos como fatores necessários para a produção de um bem ou serviço (Themido *et al*, 2000).

⁷ *Cost driver* reporta, de acordo com a definição proposta no “Business Dictionary” (2012), ao “*fator que causa alteração no custo de uma atividade*”.

Os custos diretos e indiretos começaram então a ganhar uma forte relevância. Quando se pretende abordar a relação entre produto e volume de atividade de uma empresa, estes custos podem-se classificar como fixos ou variáveis. Posto isto, quanto ao produto, entende-se por custo direto aquele que é diretamente associado a um determinado produto e/ou serviço, sem necessidade de imputar qualquer rácio. Devem ser facilmente identificados e mensuráveis, de maneira a serem incluídos de forma direta no cálculo do custo de produção. Os custos indiretos, ao contrário dos diretos, não podem ser associados de forma objetiva aos produtos, o que faz com que seja necessário imputar um rácio, para que os custos sejam corretamente atribuídos.

Quanto ao volume de atividade, custo variável é aquele que está dependente do volume de produção da empresa, isto é, este custo aumenta com o aumento da atividade da empresa. Os custos fixos são todos aqueles que são constantes, seja qual for o ritmo de produção/ atividade da empresa (Horngren *et al*, 2011). O método ABC veio controlar as distorções e variações provocadas pelos custos indiretos, quer fixos, quer variáveis.

2.2.2 Custeio de operações logísticas

A aplicação de sistemas de custeio nas áreas logísticas tem por objetivo determinar os custos associados às diversas atividades logísticas de forma independente, evitando que estes sejam considerados e agrupados por período.

De acordo com Manunem (2001) “*em geral, os custos logísticos dependem da área de negócio, da estrutura da empresa e do método de trabalho da empresa, entre outros*”. Assim sendo, muitos autores reconhecem a dificuldade em determinar efetivamente os custos logísticos associados a uma atividade específica.

Os custos logísticos estão relacionados com as atividades de planear, implementar e controlar todos os materiais e serviços de entrada (*inbounds*), os materiais em processo e os produtos ou serviços de saída (*outbounds*), desde o ponto de origem até o ponto de consumo, incluindo o processo de descarga.

Os elementos integrantes dos custos logísticos são diversos e a forma de integração varia de autor para autor, verificando-se, contudo, que muitas das aproximações propostas se correlacionam de alguma forma. Para Chopra (2003), os custos logísticos são a soma dos custos de *stock*, transporte e de instalação de uma cadeia de abastecimento. Segundo Engblom *et al* (2012) os custos estão organizados em seis componentes: transporte, armazenagem, manutenção do inventário, administração, embalagens e custos indiretos da logística. Para clarificar essas classificações, é ainda

oportuno descrever alguns dos principais elementos integrantes das parcelas de custo consideradas.

Assim, nos Custos de Compra são considerados os custos de criação e manutenção de um relacionamento com os fornecedores, ou seja, os custos envolventes do processo de negociação. A parcela de Custos de Armazenagem compreende os custos dos centros de distribuição, armazenagem, expedição e manuseamento de produtos. Os Custos de Produção envolvem os custos de embalagem, de fabrico dos lotes, de planeamento e de controlo de produção. Por sua vez, os Custos de Distribuição reportam aos custos de transporte, de recolha e de entrega de produtos. Custos de Transação são os custos que decorrem da deteção da necessidade de materiais, seja para reposição, para produção ou distribuição. Por fim, os custos de TI estão associados às tecnologias da informação e os custos de Serviço são os fatores que fazem com o que cliente escolha um produto em detrimento de outro, ou seja, são os custos necessários para a melhoria de eficácia e eficiência no serviço ao cliente, contemplando assim os custos de tomadas de decisão estratégicas.

Baykasoğlu (2012) refere que a diminuição dos custos logísticos terá um impacto significativo nos custos totais do produto/serviço prestado. O grande desafio está, uma vez mais, na gestão do tradicional conflito (*trade-off*): custos versus serviço.

Em particular, no âmbito das operações de transporte, a identificação do valor acrescentado pela operação (i.e. transformação geográfica da localização) envolve uma cuidada análise de custos e da sua afetação às várias componentes do processo.

Assim, importa notar que, o transporte trata da movimentação de produtos do fornecedor para a empresa, entre armazéns, e da empresa para o cliente, com materiais em forma de produtos, componentes, subconjuntos, produtos semiacabados, produtos acabados ou peças de reposição. Há várias formas de executar a operação de transporte, nomeadamente, por via marítima, fluvial, rodoviária, ferroviária e aérea, e a seleção do *modal* mais adequado depende de inúmeros fatores e características quer do produto (p.ex: o peso e o volume da unidade logística) quer da operação de transporte (p.ex: ponto de origem e de destino, prazo de entrega) (Schnitzer, 2007).

Schnitzer (2007) traz-nos uma definição clara do processo logístico de transporte, mas (Rabia Ozpeynirci, 2012) vai mais longe, dizendo que muitos autores focam os custos logísticos defraudando a importância da atividade de transporte que, para o autor, é o maior dos custos logísticos e, conseqüentemente, o mais importante no processo logístico.

(Rabia Ozpeynirci, 2012) procura enfatizar o facto de as atividades de transporte não se esgotarem nelas próprias, ou seja, durante as operações de transporte, são sempre

estreitadas as relações comerciais e institucionais entre os vários intervenientes e, como tal, gera-se valor para os intervenientes.

De forma diversa, Carvalho *et al* (2012) retratam os custos das operações logísticas, de que são exemplo os serviços de transporte, de acordo com a utilização dos vários tipos de recursos e, conseqüentemente, dos vários tipos de custos. Esta envolvimento requer uma exigente estratégia de custeio, necessária a uma gestão eficaz das operações.

O primeiro apontamento dos autores reporta que “*O conhecimento detalhado do desempenho de uma frota de veículos é essencial para uma gestão eficiente da mesma, permitindo identificar problemas atempadamente, ou mesmo evitar a sua ocorrência.*”. Num segundo apontamento, Carvalho *et al* (2012) notam que uma “*recolha sistemática de informação relativa aos recursos usados em operações de transporte (humanos, equipamentos, tempo e financeiros)* são determinantes para a avaliação dos custos do serviço.

A compreensão desses fatores é fundamental para desenvolver uma estratégia logística e/ou negociar contratos de transporte.” No desenvolver da análise os autores estabelecem a divisão de custos segundo as suas componentes, dividindo estes custos em duas componentes: custos variáveis – (por km por ton./km) ou custos que são função do nível de atividade num determinado período e incluem os custos diretos associados ao transporte de cada carga nomeadamente, combustíveis (consumos específicos de L/100km); Pneus; Manutenção e reparação; Manuseamento, recolhas e entregas; e custos fixos – (por unidade de tempo) ou seja, custos que variam com o nível de atividade. Estes podem incluir: despesas com infraestruturas e instalações; Amortizações e encargos financeiros; Salários com o pessoal; Equipamento; Administração; Seguros e taxas.

A alocação proposta não é fixa, como o comprova o exemplo dos salários, que podem ser vistos como um custo fixo, no caso de um sistema de exploração própria, (exemplo em análise) ou, como um custo variável, quando há recurso à subcontratação.

Carvalho *et al* (2012), defendem ainda que as abordagens para a formação de preços, podem ser baseadas no custo de serviço, quando incorporam os custos fixos, os custos variáveis e uma margem de lucro. Podem ainda ser baseadas no valor do serviço, quando estima o preço baseado no valor de mercado, e é particularmente sensível à competitividade do mesmo.

Os autores terminam o seu paradigma relativo aos custos de transporte enumerando outros fatores que influenciam diretamente as taxas de transporte, são a densidade da carga, o tipo da carga, a procura: *Densidade* – preço de transporte por tonelada diminui com o aumento da densidade da carga; *Manuseamento* – necessidade de equipamento

especial para carga/descarga; *uso de Unidades Standard*; *Responsabilidade* – riscos associados a algumas cargas (perecíveis, frágeis, explosivos, roubo, entre outros) necessidade de usar seguros e/ou reduzir riscos associados ao manuseamento dos produtos; *Regresso em vazio*.

2.3 Modelação e Otimização de Rotas - *Vehicle Routing Problem*

Esta problemática é de tal ordem abrangente que pode estar relacionada, entre outros, com a distribuição de bens alimentantes, transporte escolar, recolha de resíduos urbanos, ou seja, está estreitamente relacionada com a distribuição de uma vasta gama de produtos, serviços e pessoas. Em suma, este problema toca em todas as áreas da distribuição logística, mesmo que possam existir muitas diferenças entre si. De referir ainda, que o fator comum entre estes serviços, é a utilização de uma frota de veículos para entregar ou receber algo entre os clientes e as infraestruturas de serviço.

O *Vehicle Routing Problem* (VRP), conhecido na literatura como, o problema de otimização de rotas de veículos, está relacionado e abrange um grande número de áreas de investigação.

Na génese está o artigo de Dantzig et al. (Dantzig *et al.*, 1954) é o primeiro registo na literatura do VRP, que estuda em larga escala o *Travelling Salesman Problem* (TSP) e no final, propõe uma solução a este problema. Após esse estudo seguiram-se inúmeros artigos acerca do TSP. Foi demonstrado que o VRP é uma generalização do TSP. Clarke et al. (Clarke *et al.*, 1963) foram os primeiros a incorporar mais do que um veículo na formulação desse problema.

O VRP representa uma problemática complexa que requer bastante conhecimento para um tratamento de dados e algoritmo bem estruturado. Segundo alguns autores, (Matos, 2008), os algoritmos básicos sobre redes são o de Prim, o qual procura construir uma árvore de dispersão de comprimento mínimo, e o de Dijkstra, que procura o caminho mais curto entre dois pontos.

Como já referido anteriormente, o objeto mais comum e discutido na análise de redes é o problema do caixeiro-viajante *Travelling Salesman Problem*. Este problema é muito discutido nas unidades de investigação operacional, pois o problema tem como base solucionar o percurso mínimo percorrido por um viajante que tem de percorrer um determinado número de cidades apenas uma vez, tendo no final de voltar ao ponto inicial.

À primeira vista parece um problema relativamente elementar e rapidamente solucionável, mas a sua solução ótima é bastante difícil de encontrar e, por isso, é focado tantas vezes pela investigação operacional (Manuela Magalhães Hill, 2011). Tal complexidade faz com que se estudem várias soluções com base em heurísticas para solucionar este problema.

“A heurística é um conjunto de regras e instruções, geralmente expressas numa linguagem de programação, que se destinam a encontrar soluções para problemas complexos, por vezes utilizando técnicas de inteligência artificial. As heurísticas são utilizadas, na resolução de problemas de análise espacial, tal como a procura do melhor trajeto passando por um determinado conjunto de locais físicos. Apesar de nem sempre a solução ótima ser encontrada, é comum a programação heurística apresentar uma boa solução para o problema” (Gaspar, 2008)

Segundo (Manuela Magalhães Hill, 2011) a heurística de uma teoria que deveria particularmente indicar os caminhos e possibilidades a serem aprofundadas na tentativa de torná-la uma teoria progressiva, isto é, capaz de garantir um desenvolvimento empírico, prevendo fatos novos não percebidos no momento da elaboração do núcleo dessa teoria. Vários tipos de soluções são propostos, entre elas temos os métodos exatos: *Branch and Bound* (Ramificações e limitações), Heurística construtiva, Heurísticas de melhoramento, Heurísticas compostas.

Segundo Magalhães, para a resolução destes problemas, a evolução natural de heurísticas segmenta em si soluções metaheurísticas. Os métodos metaheurísticos são métodos heurísticos que podem ser aplicados a uma grande variedade de problemas e que possibilitam soluções num curto espaço de tempo. Tanto os métodos heurísticos como metaheurísticos são considerados elegíveis quando fornecem soluções a uma escala industrial (Manuela Magalhães Hill, 2011).

A integração de algoritmos baseados em metaheurísticas, como são exemplo a otimização de colônia de formigas, a pesquisa tabu ou a pesquisa local guiada, com sistemas avançados de logística para a gestão da cadeia de abastecimento, abriu novas perspectivas para a investigação operacional com aplicação na indústria (Rizzoli, Oliverio, & Gambardella, 2004).

O algoritmo de resolução do problema requer a definição de objetivos que, muitas vezes chocam entre si. O objetivo mais frequente é a minimização dos custos de transporte, definido em função do tempo ou da distância de transporte, objetivo este que é geralmente o pretendido numa otimização de rotas de veículos. A redução dos custos de transporte possibilitaria uma redução do número de veículos a utilizar, diminuindo os custos associados a esses veículos, às suas equipas e aos seus motoristas (Rizzoli, et al., 2004).

Analisando a literatura, surge então a indecisão acerca dos métodos a utilizar. As incertezas surgem em várias ordens. Segundo alguns autores (Rizzoli, et al., 2004), podem ser a presença ou não de clientes, a quantidade de pedidos e o tempo de viagem e serviço, a rede de estradas, os veículos e o número de clientes a visitar, são alguns dos elementos a considerar e que podem influenciar a escolha do modelo.

Drezner & Hamacher (2001) simplifica a incerteza afirmando que um VRP é um problema com base no caixeiro-viajante incrementando variáveis como o limite de carga, ou janelas de tempo de execução e onde o ponto inicial é geralmente o mesmo que o final.

Em suma, nos VRP temos um número de ordens (orders) a ser realizado por um dado conjunto de veículos. Cada pedido (request) consiste em pegar uma quantidade de mercadorias ou de passageiros num local, e entregá-lo noutro. De modo geral, o objetivo do problema consiste em encontrar um conjunto viável de rotas para os veículos, de modo a que todos os pedidos sejam servidos, minimizado o custo global e a distância de percurso.

2.4 Sumário

A identificação e subsequente gestão dos custos relacionados às atividades logísticas, e neste caso específico, às atividades logísticas de transporte e distribuição, é uma necessidade sinalizada. Para isto, torna-se necessário identificar estes processos e medi-los, tornando-se ainda oportuno, apreender os conceitos relacionados a custos e sistemas de custeio. A “identificação e medição dos custos” é feita através da caracterização das atividades. Assim, torna-se necessária a implementação de um sistema de custeio imputado às atividades.

3 Capítulo III – Análise do Contexto

Este capítulo tem como principal objetivo apresentar e caraterizar globalmente a empresa de acolhimento do estágio. Para tanto, apresenta-se uma análise da indústria, da concorrência, dos recursos e das capacidades, bem como da cadeia de valor, culminando na análise SWOT.

É ainda objeto de apreciação neste capítulo, a análise macro relativa à logística de distribuição da empresa e, uma análise do processo de custeio destas atividades, de acordo com a sua atual implementação.

3.1 Análise da Indústria

A análise que aqui se apresenta é fruto do estudo dos vários boletins e relatórios que o Ministério da Agricultura e das Pescas disponibiliza no portal do Instituto Nacional de Estatística (INE). Apresenta-se, portanto, uma análise em termos gerais da produção nacional de carne de aves, dos seus sistemas de produção, da sua transformação e respetivo mercado.

3.1.1 Produção e Sistemas produtivos

O setor da carne de aves em Portugal representa cerca de 12,5% do valor da produção animal que, por sua vez, representa 5,1% da produção agrícola nacional.

O total de carne de aves produzida ronda as 300000 toneladas.

No seio deste setor, a carne de frango, é o principal subsetor, representando mais de 95% do respetivo valor económico.

A produção de aves de capoeira tem vindo a registar um crescimento progressivamente mais sustentado quer em volume, quer em valor. Há apenas a registar uma quebra significativa no ano de 2003, fruto da denominada “*crise dos nitrofuranos*”, que originou uma retração do consumo. Nesse ano observou-se, adicionalmente, uma queda na produção, em resultado de um Verão muito quente. Em 2004, regista-se uma recuperação, verificando-se depois um abrandamento desse crescimento em 2005, com a quebra de confiança do consumidor devido ao aparecimento de focos de gripe aviária na EU, no final desse ano. Desde então, o mercado tem assistido a uma subida sustentada do consumo de carnes brancas.

Existiam em Portugal⁸ 265337 explorações de aves à data de 2013 (146 009 com frangos de carne e 204 756 com poedeiras e reprodutoras), as quais possuíam 35 434 100 animais, sendo 19 251 865 para produção de carne. A produção de carne de aves centra-se, na sua quase totalidade (86.5%) na Beira Litoral, no Ribatejo e Oeste (50% e 36%, respetivamente).

Tabela 1 - Explorações agrícolas com aves em Portugal, por localização geográfica

Localização geográfica* (Região agrária)		Explorações agrícolas com aves (N.º) por Localização geográfica (Região agrária) e Classes de cabeças normais; Não periódica									
		Período de referência dos dados: 2013									
		Classes de cabeças normais									
		Total	0 - <1	1 - <3	3 - <5	5 - <10	10 - <20	20 - <30	30 - <40	40 - <50	>= 50
		N.º	N.º	N.º	N.º	N.º	N.º	N.º	N.º	N.º	N.º
Portugal	PT	132648	129342	2266	226	14	24	29	37	53	658
Conti- nente	1	122174	119083	2103	200	10	20	28	36	51	643
Açores	2	4816	4641	137	25	1	4	1	0	1	6
Madeira	3	5657	5618	25	1	3	0	0	1	1	9

*Última atualização destes dados: 28 de novembro de 2014

Importa notar que, embora os valores apresentados correspondam ao universo das explorações com registo oficial, o setor da avicultura é essencialmente industrial e concentrado num número diminuto de operadores de criação intensiva de estirpes de crescimento rápido (abate aos 35 a 42 dias de vida).

3.1.2 A Transformação

Ao nível da transformação industrial note-se que este subsector (CAE 1512 Abate de aves e coelhos) para produção de carne – em que os coelhos têm um valor exíguo, o que representa 4,4% do total referente à Indústria Alimentar e Bebidas e 29.3% no que se refere à rubrica Abate de Animais e preparação e conservação de carne e produtos à base de carne.

3.1.3 O Mercado

O setor da avicultura caracteriza-se por ser um dos poucos setores da agricultura nacional com um grau de autoaprovisionamento ao nível da autossuficiência nos 95 pontos percentuais.

⁸ Valores apurados pelo Instituto Nacional de Estatística, (INE).

A capitação do consumo de carne de aves é maioritariamente preenchida com carne de frango, atualmente nos 21.9 kg/habitante/ano (no total de 29.7 kg/habitante/ano de carne de aves), sendo uma das taxas mais elevadas da UE. Uma característica importante na preferência do consumidor pelo produto nacional está associada não só ao desenvolvimento interno do setor, mas também ao hábito do consumo do produto em fresco (mais de 95% do produto produzido e vendido no mercado nacional é de carne de aves, inteiras e em pedaços).

A organização em sistemas de integração é uma característica marcante deste setor. Assim, com base em contratos estabelecidos com os principais grupos económicos do setor (os quais também estão organizados em sistemas de integração vertical), os produtores obtêm ou fazem a encubação da matéria-prima (“pintos do dia”), apoio logístico e técnico e canais de escoamento.

Os principais grupos económicos do setor possuem um nível de integração vertical que se pode considerar que encerra toda a fileira, incluindo empresas de alimentos compostos, estruturas de abate, transformação e comercialização, estando o mercado concentrado num número diminuto de operadores.

3.2 Análise da Concorrência

Michael Porter (1998), no livro *“Competitive Strategy: Techniques for analysing Industries and Competitors”*, criou um modelo de análise do mercado conhecido como *“As Cinco Forças de Porter”*. Esta denominação advém do facto de a análise se centrar em cinco determinantes (forças) que atuam no mercado. O modelo proposto segue os seguintes princípios:

- Rivalidade entre os concorrentes;
- Ameaça de entrada de novas empresas;
- Ameaça de produtos e serviços substitutos;
- Poder dos fornecedores;
- Poder dos clientes.

Seguindo uma abordagem dirigida para a análise da concorrência, Carvalho e Raupp (2014) propõem um modelo estruturado a partir da formulação de um conjunto de questões centrais, nomeadamente:

- Quem são os nossos concorrentes diretos atuais?
- Quem são os nossos concorrentes diretos potenciais?
- Quem são os nossos atuais concorrentes com produtos substitutos?

- Quem são os nossos potenciais concorrentes com produtos substitutos?
- A que concorrentes devemos prestar maior atenção?
- O cliente ou fornecedor é concorrente?

Ambos os modelos de análise explicam os fatores que influenciam o mercado, tendo como principais objetivos entender o ambiente competitivo e identificar ações e estratégias futuras para atingir vantagem no mercado.

Assim, em análise à empresa em questão e ao ambiente em que se insere, atendendo à realidade na região Centro, Lisboa, Vale do Tejo e Alentejo, esta empresa encontra concorrência dividida em três tipologias no que diz respeito a carne de aves.

A primeira tipologia, representada pelos grandes industriais, com a verticalização quase total da área de negócio que vai desde a encubação, passando pela criação, integração, abate, desmancha, comercialização e por fim distribuição. É nesta primeira tipologia que se encontram as grandes empresas do setor, uma vez que estas, tendencialmente, tem formado grandes grupos industriais através de compras e fusões de outras pequenas empresas e produtores. As empresas desta tipologia são uma minoria mas dominantes no que torna a cobertura do mercado nacional com os seus produtos, seja no comércio a retalho, no comércio para grossistas (terceira tipologia) ou diretamente para as grandes superfícies de consumo (hipermercados e outras cadeias de distribuição).

A segunda tipologia considerada, onde se enquadra a empresa em análise, fazendo parte de um grupo de empresas que revê a sua estratégia de mercado maioritariamente no comércio ao retalho (talhos, minimercados e restaurantes). Este tipo de empresas contempla em si uma tendência de verticalização da área de negócio, contudo não cobre todas as áreas de negócio necessárias à verticalização total do mesmo. Estas empresas procuram criar condições para servir o cliente de uma forma mais personalizada, indo ao encontro das suas exigências e expetativas.

A terceira tipologia, a mais abundante no mercado, é composta pelos chamados grossistas, estes *players* de mercado têm o seu *core business* na compra, venda e distribuição de produto acabado no mercado de retalho.

Entre todas as tipologias é frequente encontrarmos casos de cliente concorrente ou fornecedor concorrente, havendo como é inerente, uma rivalidade assente essencialmente, no fator preço de oferta de produto. A restante concorrência, que é representada pelos produtores de todos os outros tipos de carnes, são naturalmente concorrentes pelo fato de produzirem e comercializarem produtos substitutos.

3.3 Análise dos recursos e capacidades

A análise de recursos e capacidades que se apresenta assenta nos recursos tangíveis da empresa, nos quais se consideram os recursos físicos, financeiros, organizacionais, tecnológicos e sobre os recursos intangíveis que se consideram os recursos humanos, reputação e de inovação.

Recursos e capacidades da Empresa	
Tangíveis	Intangíveis
Recursos Físicos <ul style="list-style-type: none">• Localização Industrial em Pragança, Cadaval, com acessos à autoestrada 1 e 8.• Unidade de abate equipada com tecnologia de ponta;• Armazenamento de frio com tecnologia de ponta;• ETAR de tratamento de resíduos;• Unidade de armazenagem em Montemor-o-Novo, Alentejo.• Aviários de criação de aves distribuídos pela zona centro e Vale do Tejo;• Frota de 50 viaturas entre camiões, carrinhas de frio e ligeiros de passageiros afetas a diferentes operações logísticas, desde recursos humanos, distribuição, integração, entre outros.• Capacidade produtiva de aproximadamente 6000 toneladas ano.	Recursos Humanos <ul style="list-style-type: none">• 111 Colaboradores;• Colaboradores com vasta experiencia e know-how técnico e académico no setor de atividade;• 19% Nos escritórios;• 11% Na produção;• 15% Na distribuição;• 9% Na integração;• 46% Na unidade fabril;• 60% homens; 40% mulheres;
Recursos Financeiros <ul style="list-style-type: none">• A empresa tem um controlo dos devedores através de um plafond	Inovação <ul style="list-style-type: none">• Aposta nas energias renováveis;

interno que lhes é atribuído, ao atingir esse plafond o cliente terá de pagar, caso contrário não receberá a sua encomenda.	<ul style="list-style-type: none"> Inovação constante na cadeia de abate e desmancha do produto;
Recursos Organizacionais <ul style="list-style-type: none"> Sistema de ERP integrado; Estrutura vertical implementada; Empresa com certificado de Qualidade; 	Reputação <ul style="list-style-type: none"> Empresa galardoada com distinção PME líder; Qualidade e excelência nos produtos comercializados; Relações estreitas com clientes e fornecedores, prova disso a longevidade das mesmas.
Recursos Tecnológicos <ul style="list-style-type: none"> Recursos informáticos atualizados e em plena funcionalidade; Equipamentos industriais de ponta e em constante atualização. 	

3.4 Análise da Cadeia de Valor

Como representa a figura 2, a cadeia de valor do Aviário do Pinheiro inicia-se na receção e criação da matéria-prima, depois passa para a produção e integração, seguindo-se o abate, transformação e vendas, terminado na logística de expedição.

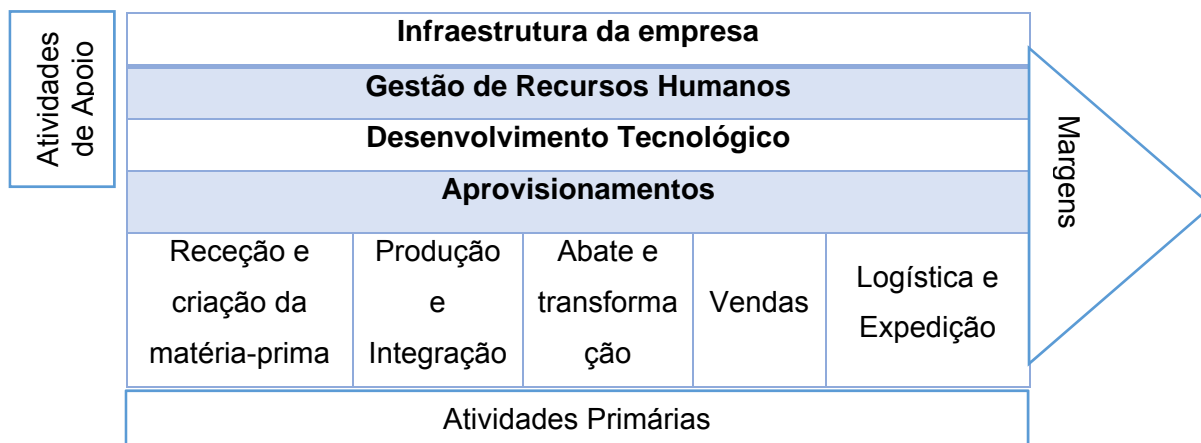


Figura 2 - Análise da Cadeia de valor

A tabela a baixo descreve as atividades primárias bem como as atividades de apoio, especificando as suas operações e respetiva descrição.

Análise da Cadeia de Valor		
Atividades Primárias	Operações	Descrição da Atividade
Receção e criação da matéria-prima	<ul style="list-style-type: none"> Negociação e aquisição de matéria-prima (aves vivas; alimentos; medicamentos); Receção da matéria-prima nos aviários. 	A Receção e criação da matéria-prima , é caracterizada pelo contato e negociação com fornecedores, onde, concluída a negociação, se procede ao agendamento de entrega da matéria-prima nos aviários.
Produção e Integração	<ul style="list-style-type: none"> Criação das aves. Controlo da produção; Controlo de qualidade; Controlo veterinário; 	Na Produção e Integração as aves são mantidas nos aviários (devidamente alimentadas e medicadas), até que satisfaçam os requisitos para serem abatidas. Durante esta estadia são sujeitas a controlos de qualidade e veterinários. No final desta atividade as aves são recolhidas pelas equipas de apoio e transportadas para o centro de abate.
Abate e Transformação	<ul style="list-style-type: none"> Abate das aves; Transformação (Desmancha); Embalamento; Armazenagem de frio; 	O Abate e Transformação é caracterizado por ocorrer já nas instalações da empresa, as aves chegam no camião da empresa à secção matadouro e são abatidas durante o período matinal; Depois de abatidas as aves são desmanchadas conforme os requisitos das encomendas; Após a desmancha segue-se o embalamento se assim for necessário; Depois de devidamente transformado o produto é armazenado nas câmaras de frio da empresa.

<p>Vendas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vendas a clientes; • Gestão de encomendas de clientes; • Elaboração dos pedidos de encomendas; • Garantia de qualidade dos produtos; • Faturação das encomendas; • Armazenamento para expedição. 	<p>A fase das Vendas é caracterizada por ser feita diariamente de segunda a sexta entre as 9 horas e as 20 horas;</p> <p>A empresa contacta telefonicamente todos os seus clientes a fim de saber as suas necessidades para o dia seguinte, sendo certo que também existem alguns clientes que contactam a empresa para fazer as suas encomendas;</p> <p>Os funcionários registam a encomenda no ERP e imprimem para passar a encomenda para a expedição, para que esta a elabore e pese, é ainda nesta fase que se verifica a garantia total de qualidade dos produtos;</p> <p>Quando o registo de encomenda se encontra finalizado, volta de novo para o escritório de forma a ser processada a faturação, faturação essa separada em pastas por motorista e respetiva zona. Neste meio-termo os operadores da expedição armazenam a encomenda na câmara de frio, ficando preparada para ser carregada no carro de distribuição.</p>
<p>Logística de Expedição</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Picking</i> das faturas • Organização das rotas de distribuição; • Carregamento da viatura; • Distribuição da mercadoria • Processamento de devoluções e retorno de vasilhame. 	<p>Na atividade de Logística de expedição os principais intervenientes são os motoristas, pois são eles que ao chegarem à empresa tem como primeira função fazer o <i>picking</i> das faturas para organizarem as suas rotas conforme os clientes, bem como fazer o <i>picking</i> dos produtos e suas quantidades confrontando a fatura e o que está na câmara de expedição.</p>

		<p>De seguida, os motoristas procedem ao carregamento da viatura e assim que concluído iniciam a distribuição.</p> <p>Durante a distribuição, recolhem nos clientes o vasilhame deixado nos dias anteriores, registando também notas de crédito relativas a diferenças de peso e devoluções.</p>
Atividades de Apoio		Operações
Infraestrutura da empresa		<ul style="list-style-type: none"> • Planeamento Planeamento da produção, gestão e controlo de stock, controlo de indicadores de produção das aves e seu bem-estar. • Finanças Pagamentos a fornecedores, controlo de prazo de pagamento de clientes. • Contabilidade Lançamento de faturas, guias de remessa, notas de crédito, notas de devolução. • Comercial Venda de mercadoria. • Distribuição Entrega do produto na morada do cliente. • Gestão da Qualidade Controlo da gestão de qualidade, bem-estar animal e restantes normas sanitárias.
Gestão de Recursos Humanos		<ul style="list-style-type: none"> • Recrutamento; • Seleção; • Controlo de pontualidade e assiduidade;

	<ul style="list-style-type: none"> • Processamento de Salários.
Desenvolvimento Tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Criação e desenvolvimento de <i>know-how</i>; • Inovação do processo produtivo; • Otimização da eficiência.
Aprovisionamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Aquisição de matéria-prima; • Aquisição de matérias subsidiárias.

3.5 Análise SWOT

3.5.1 Pontos Fracos e Ameaças

Avaliando de uma forma geral, este tipo de indústria terá sempre cenários complicados de gerir, no que diz respeito a pontos fracos e ameaças, entre elas crises sanitárias, confiança do consumidor no produto final, passando ainda, pelo cenário das gripes aviárias e outras estripes, cujos efeitos são imprevisíveis sobre o nível de repercussão no mercado.

Por outro lado, e de natureza mais estrutural, existem, e sempre existirão, de forma cada vez mais efetiva, normas exigentes que tudo tem que ver com os domínios ambientais, segurança alimentar e de bem-estar animal, normas essas que representam sempre custos acrescentados e perdas de rendimento para os produtores, sendo que essas perdas ou custos muitas das vezes são também sinónimo de investimento, investimento para o futuro.

Sendo mais específico, passo a apontar alguns pontos fracos e ameaças mais pormenorizados deste setor.

- Setor muito exposto à concorrência externa, com tendência para acentuar em consequência da facilidade das importações, nomeadamente da vizinha Espanha;
- Elevados custos de produção associados à alimentação animal, no caso da produção intensiva, e dependência de fatores ambientais/climáticos;
- Aumento dos custos de produção das explorações por exigências nos domínios ambientais, segurança alimentar e de bem-estar animal;
- Custos de distribuição elevados e grande coordenação logística necessária;

- Aumento dos custos dos combustíveis e portagens;
- Entraves administrativos e de implantação regional/geográfica;
- Dependência de algumas áreas de Portugal Continental;
- Vulnerabilidade a crises de confiança do consumidor resultante de problemas sanitários;
- Exposição elevada à aquisição por concorrentes externos;
- Forte concorrência entre as empresas nacionais, principalmente no setor de retalho;
- Concentração do comércio na grande distribuição, como alternativa para escoamento da produção.

3.5.2 Pontos Fortes e Oportunidades

De uma forma generalizada, este setor apresenta oportunidades no que diz respeito ao consumo de carnes brancas, pois por norma são carnes mais económicas (principalmente quando se fala de frango) face às outras carnes, que representam um produto substituto neste mercado.

Por outro lado, é ainda de salientar que as carnes brancas são comprovadamente um tipo de carne mais saudável, como tal o consumo deste tipo de carne tem vindo a crescer, como já referido.

Importa ainda reforçar que os custos com condições sanitárias e bem-estar animal são muito elevados, mas representam uma valorização da produção interna, que certamente, passa uma imagem positiva e cuidada, o que representa uma diferenciação no mercado.

Sendo mais específico, passo a apontar alguns pontos fortes e oportunidades mais pormenorizados deste setor.

Margem potencial de crescimento da produção nacional face ao elevado *deficit* da balança comercial;

- Preferência do consumidor por produto nacional;
- Perspetivas de abastecimento de matéria-prima a preços mais baixos através de explorações próprias ou contratos de exclusividade;
- Maior possibilidade de diferenciação e aumento da qualidade (extensificação, regras mais exigentes bem-estar animal, segurança alimentar);
- Prestação de serviços ambientais ao nível da produção de biomassa e energias renováveis;
- Reestruturação/requalificação das explorações face a normas exigentes;
- Diferenciação e valorização de mercado.

Um dos pontos fortes para a empresa, e que ao mesmo tempo representa várias oportunidades, é o fato de concentrar em si a comercialização e distribuição da esmagadora maioria dos seus produtos, o que faz com que surjam as seguintes oportunidades:

- Promoção e informação ao consumidor;
- Inovação e introdução de tecnologias;
- Real conhecimento do cliente e seus hábitos;
- Tratamento do cliente de forma personalizada;
- Marketing “sobre rodas” (publicidade própria nos veículos de distribuição);
- Mais oportunidades de conhecer e se dar a conhecer.

3.6 Análise Macro da logística de distribuição na empresa

Fluxo de atividades logísticas na empresa e da logística de integração de animais vivos

Logística de Integração de Animais Vivos

Este esquema descreve a chegada dos animais, medicamentos e alimentos recém nascidos aos Aviários, e posteriormente a sua integração no ciclo de abate após terem atingido os calibres necessários a satisfazer a procura de mercado.

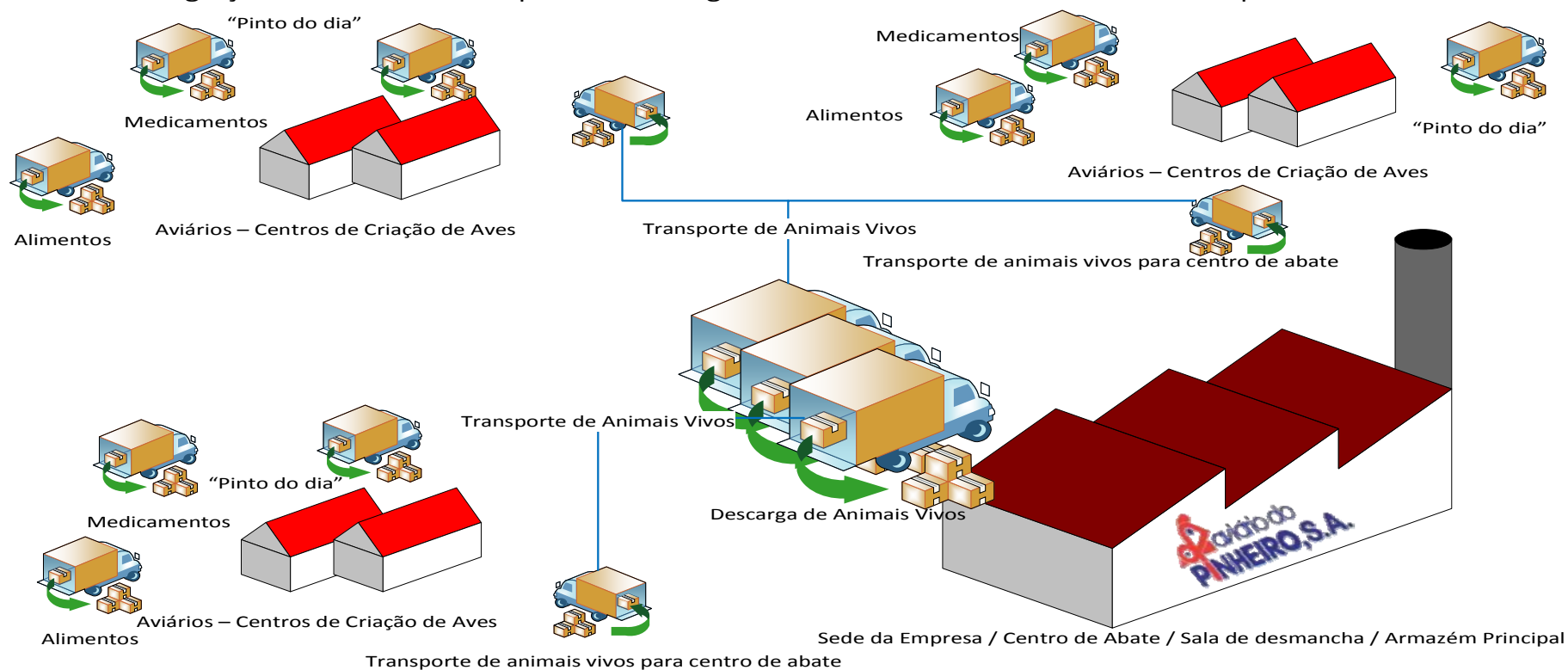


Figura 3- Fluxograma de Logística de Integração de Animais vivo

Serve a presente análise para descrever o fluxograma logístico representado na figura 3, de forma a detalhar os processos logísticos que dão origem à atividade da empresa, começando pelo “pinto do dia” até a chegada do animal ao centro de abate.

A empresa em análise, Aviário do Pinheiro, S.A. conta com vários centros de criação de aves (aviários), espalhados geograficamente pelo país. Nesses aviários, consoante as suas características dimensionais, geográficas, sanitárias e ambientais podemos encontrar vários bandos em crescimento, das várias espécies que a empresa cria e comercializa.

As espécies chegam aos aviários no fim do processo de incubação, e por ali são mantidas até atingirem o calibre que satisfaça as normas de consumo e, conseqüentemente a procura do mercado. Durante esta estadia as aves recebem a alimentação e tratamento necessário para que sejam providas das condições necessárias ao bem-estar animal, de forma a assegurar que todas as condições estão reunidas, para que os bandos se tornem mais tarde num produto final de qualidade e excelência.

Como já referido, quando as aves atingem os calibres expectáveis, são recolhidas dos aviários pelas equipas de apanha (normalmente durante a noite) para os camiões da empresa, e seguem para o centro de abate, para que possam ser abatidas durante a madrugada.

O abate ocorre, como já referido, no período matinal, onde são abatidas as várias espécies de uma forma organizada por tipo de espécie, por identificação de bando e por zona que provem.

O centro de abate, conforme ilustrado no fluxograma 1 contempla em si a sede da empresa, e ainda, o armazém de frio. Assim, as aves, uma vez passadas pelo circuito de abate, seguem para a zona de frio, onde são de novo calibradas e separadas.

Esta separação é feita por espécie e por calibre. Processada essa separação, segue-se a desmancha de algumas das aves (conforme as encomendas que estão a ser rececionadas)⁹ e respetivo embalamento por produto, cliente e zona.

Uma vez o produto embalado e pesado (conforme a encomenda do cliente), é armazenado na câmara de frio de expedição, câmara essa onde podemos encontrar as várias encomendas organizadas por cliente e respetiva zona, zona essa que corresponde à zona de distribuição de um motorista.

⁹ A empresa recebe encomendas diariamente durante o período das 9:00 horas às 20:00 horas.

Fluxo de atividades logísticas na empresa e da logística de exportação do produto acabado

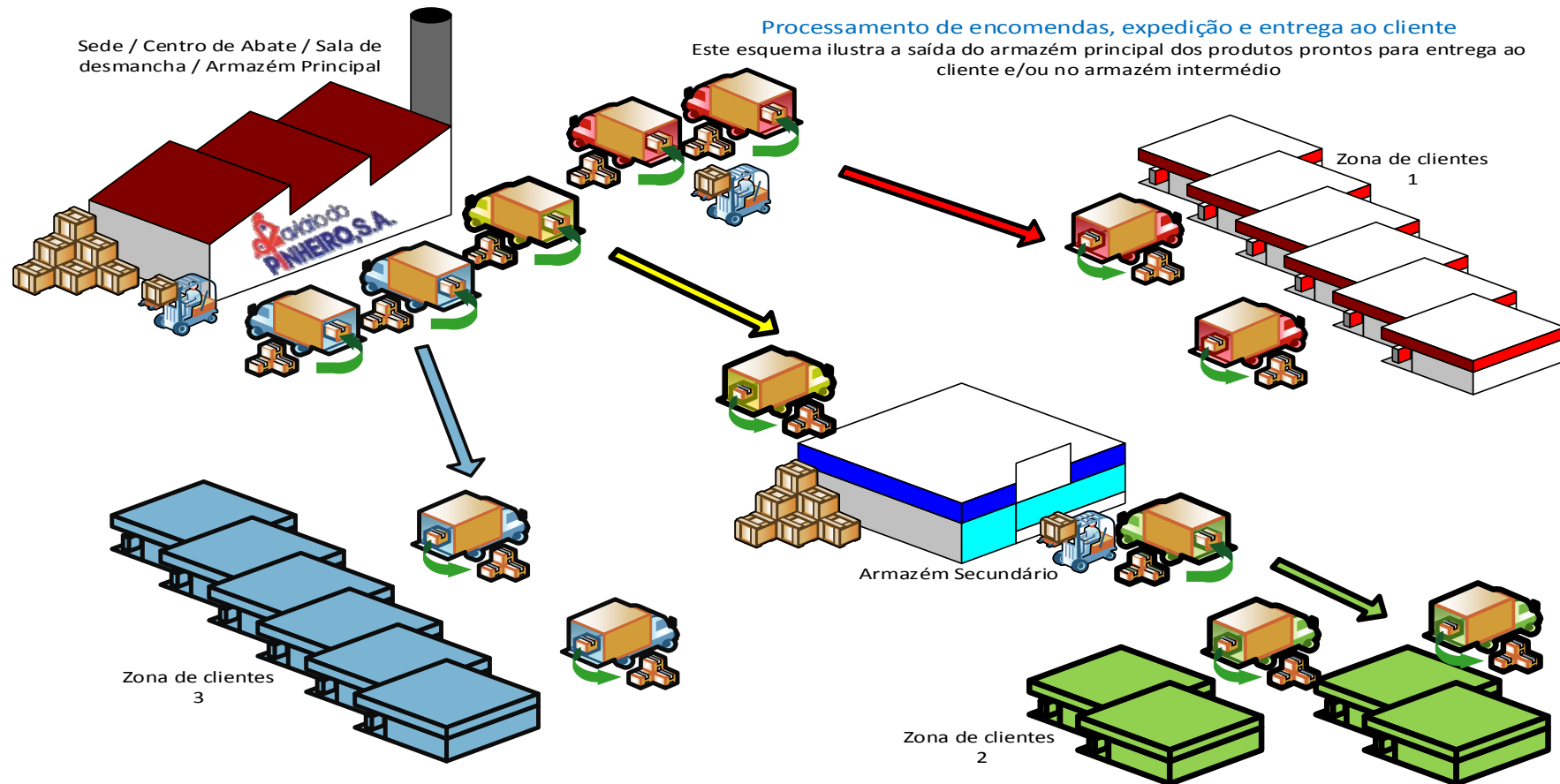


Figura 4- Fluxograma da Logística de expedição

A análise que aqui se inicia incide sobre o produto de estudo deste relatório, pois é sobre o processo logístico que a figura 4 ilustra que foquei a minha atenção no desenrolar do estágio e elaboração do respetivo relatório.

De forma a clarificar e aprofundar os detalhes mencionados vou estabelecer algumas premissas.

Cada motorista está afeto a uma volta de distribuição;

Cada viatura, consoante a sua capacidade de carga, está afeta a um conjunto de voltas específicas, sendo certo que só realiza uma volta por noite;

Uma volta de distribuição é programada de forma a conseguir satisfazer as necessidades dos clientes consoante os seus níveis de consumo e a sua janela horária de receção de material, sendo certo que estão previamente definidas por históricos de consumo.

A janela horária é definida conforme a disponibilidade do cliente, sendo que existem clientes que disponibilizam a chave do estabelecimento para que os motoristas processem a descarga do produto.

Nem todos os clientes de uma determinada volta encomendam material todos os dias, sendo que também, a quantidade encomendada raramente coincide.

Como já referido na análise da figura 3, todos os processos logísticos da empresa para a preparação do produto acabado têm término na câmara de frio de expedição. Assim, os motoristas encarregues pela distribuição dos produtos, distribuição essa, que ocorre todas as madrugadas de terça-feira a sábado entre as 2 horas e 12 horas, têm como primeira função, analisar as cargas que lhe dizem respeito. Depois de analisada a carga, que compreende verificar o volume e os clientes que realizaram encomenda, definem a rota da volta com base nos clientes e suas janelas horárias.

Quando a rota se encontra definida iniciam a carga da viatura que lhe corresponde no cais de expedição. A carga é realizada para que a encomenda dos últimos clientes da rota seja a primeira a ser carregada, e dos primeiros da rota seja a última a ser carregada, para que esta última fique junto às portas do carro e a descarga na morada do cliente se processe de uma forma ordeira, fácil, rápida, cómoda e organizada.

A empresa vê realizadas diariamente 12 rotas, sendo que duas delas são carregadas num único camião que segue para um armazém intermédio, de onde iniciam então essas duas voltas em veículos mais pequenos.

As outras 11 voltas são feitas a partir da sede da empresa, diretamente para o consumidor final.

É aqui que a análise se torna interessante, pois a empresa não dispõe de nenhum método que a elucide, de uma forma o mais aproximadamente possível, da realidade de custos versus benefício que esta atividade lhe origina.

4 Capítulo IV – Descrição e análise crítica das atividades de estágio

Neste capítulo apresenta-se uma breve análise ao processo de distribuição, passando à estrutura de distribuição e análise por zonas com a respetiva caracterização da frota de distribuição afeta à atividade da empresa. O capítulo termina com a apreciação global das atividades desenvolvidas, com enfoque nas atividades que se tomam como objeto de estudo.

4.1 Análise do processo de distribuição

Para implementar a análise proposta foi selecionada como amostragem as vendas relativas ao mês de abril, por se tratar do mês do primeiro semestre do ano de 2015 que registou o maior volume de vendas.

A análise que se apresenta está dividida por zonas, que representam a distribuição de retalho objeto de estudo neste relatório.

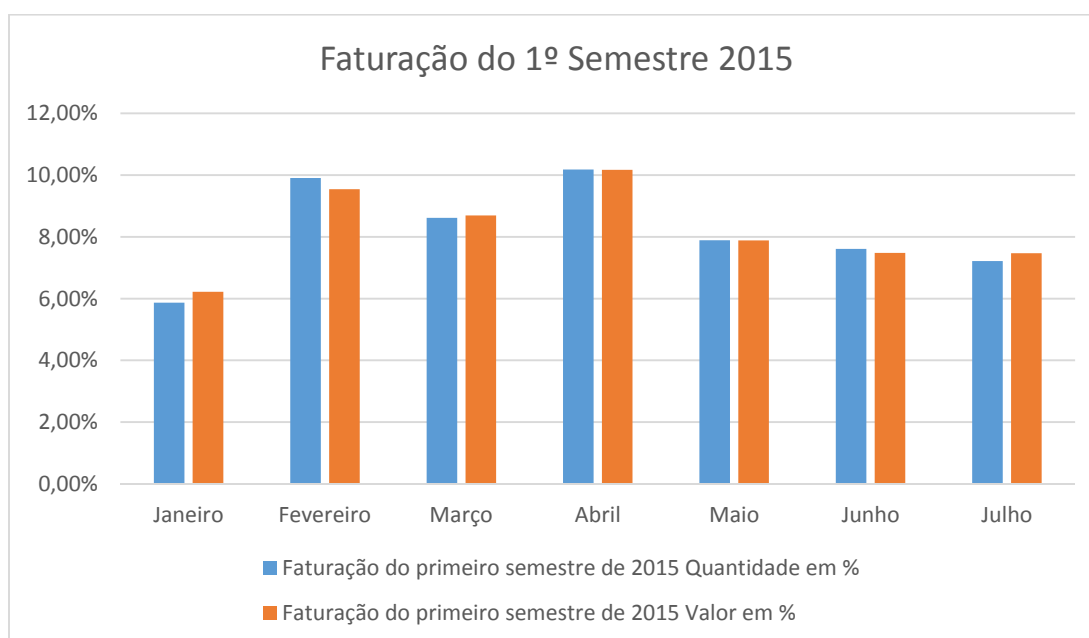


Figura 6 Faturação do 1º Semestre de 2015 em quantidade e valor

Neste primeiro gráfico, podemos observar que o mês de abril foi o mês que se verificou um maior volume de vendas em quantidade e em valor, como tal, a análise que se apresenta incide exclusivamente neste mês.

4.2 Estrutura de distribuição – planificação por zonas

Como referido anteriormente, generalizando o problema, a empresa tem diariamente 12 voltas de distribuição noturnas, designadas internamente por zonas de distribuição (i.e. Zona 2 a Zona 13). A distribuição nas zonas 2 a 13 tem carácter regular e periodicidade diária. Ao invés, a Zona 1 corresponde a um conjunto de sub-voltas agregadas, realizadas para satisfazer necessidades e pedidos esporádicos de clientes ou seja, distribuições sem periodicidade definida. A zona 1 agrega ainda a faturação associada às exportações. Poderemos analisar no gráfico abaixo que o *core-business* da distribuição está afeto às voltas de distribuição noturna.

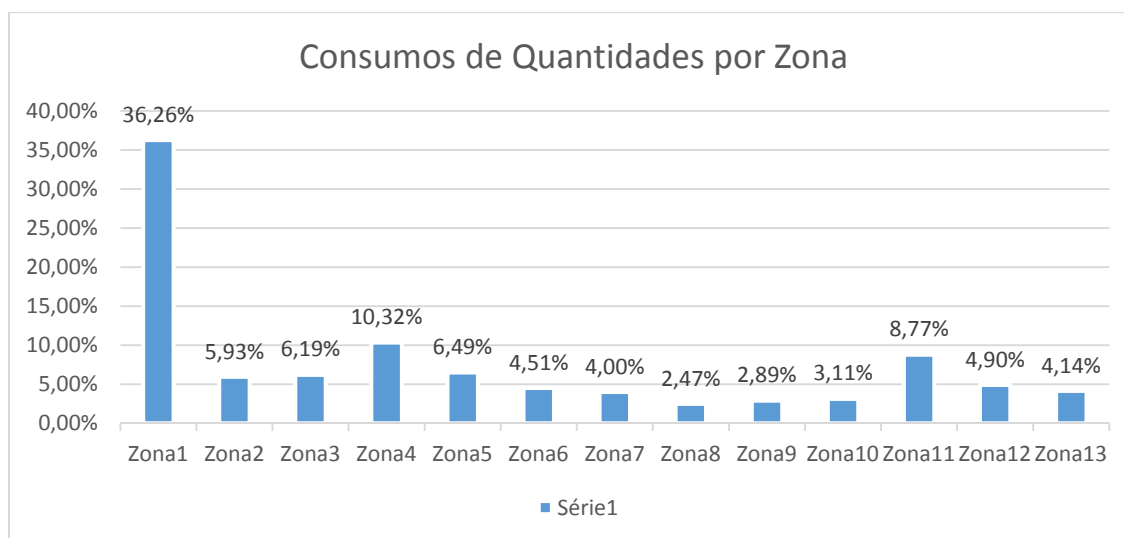


Gráfico 2 - Consumos de Quantidades por zona abril 2015

Analisando o gráfico acima, verificamos que 36.26% das quantidades vendidas no mês de abril dizem respeito à zona1, não considerada no presente estudo. Importa contudo, notar que, a maioria das vendas respeitam às zonas 2” a 13, que perfazem 64.74% das quantidades totais vendidas. A justificação anterior em conjunto com o facto de ser nestas últimas que acontecem as voltas de distribuição regulares e de periodicidade diária, fazem com que se tornem caso de estudo.

Ainda assim convém estabelecer alguns critérios, critérios esses que permitirão filtrar o tipo de estudo que se apresenta, testando dois cenários distintos compostos por rotas distintas. Assim, iremos caracterizar as voltas de distribuição, numa primeira fase, por quantidades vendidas, como poderemos ver no gráfico seguinte.

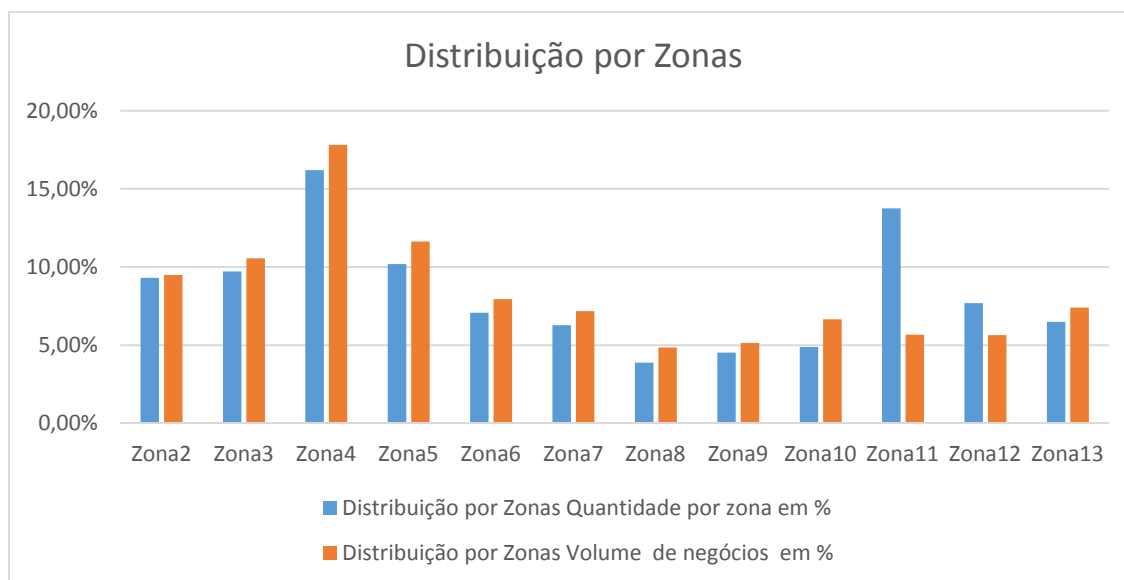


Figura 7 --Distribuição de Produtos por zonas em quantidade e valor no mês de abril de 2015.

Analisando a distribuição de produtos efetuada podemos simplesmente constatar que a “zona4” é a que mais se destaca em termos de quantidade e valor faturado, sendo a “zona8” a que menos se destaca. Decerto que estes números pouco nos dizem sem uma correta caracterização das rotas que veremos no quadro seguinte.

Importa salientar que a frota da empresa é dividida em duas classes homogêneas, sendo que todas as viaturas pesadas e ligeiras são da marca Toyota e equipadas com a mesma capacidade de carga e motorização. Destaca-se, excepcionalmente, a viatura afeta à zona nove, que é um camião da marca Volvo, que concentra em si maior capacidade de carga e de motorização.

4.3 Caraterização da frota de distribuição

Tabela 3- Caraterização da frota de distribuição

Caraterização da frota de distribuição						
Zona	Tipo de Viatura	Quilómetros Médios Diários	Quilómetros médios antes de entrega	Quilómetros médios em entrega	Quilómetros médios após entrega	Observações
Zona2	Ligeiro	493,00	100,00	293,00	100,00	
Zona3	Ligeiro	119,59	-	119,59	-	Distribuição contínua
Zona4	Pesado	185,00	50,00	85,00	50,00	
Zona5	Pesado	204,55	50,00	104,55	50,00	
Zona6	Ligeiro	344,09	75,00	194,09	75,00	
Zona7	Pesado	243,64	75,00	93,64	75,00	
Zona8	Ligeiro	285,50	100,00	85,50	100,00	
Zona9	Pesado	342,14	166,42	10,00	166,42	Viagem ao posto intermédio
Zona10	Ligeiro	367,05	-	367,05	-	Distribuição contínua
Zona11*	Ligeiro	294,94	-	294,94	-	*Distribuição contínua a partir do posto intermédio
Zona12*	Ligeiro	330,08	-	330,08	-	*Distribuição contínua a partir do posto intermédio
Zona13	Pesado	202,77	-	202,77	-	Distribuição contínua

Zona	Média de Clientes Visitados	Quilogramas Médios Diários	Faturação média diário em %	Custo médio por quilómetro	Custo da volta (km x custo por Km)
na2	18	10,68%	9,84%	0,36 €	179,68 €
Zona3	21	10,93%	10,57%	0,54 €	64,50 €
Zona4	39	18,40%	18,14%	0,67 €	124,74 €
Zona5	32	11,58%	11,80%	0,68 €	139,22 €
Zona6	22	8,05%	8,12%	0,34 €	116,58 €
Zona7	25	7,14%	7,29%	0,36 €	88,08 €
Zona8	24	4,41%	4,93%	0,28 €	80,78 €
Zona9	3	4,79%	5,21%	0,54 €	184,11 €
Zona10	21	5,56%	6,79%	0,33 €	121,43 €
Zona11*	16	4,97%	4,44%	0,45 €	132,72€
Zona12*	13	6,15%	5,41%	0,30 €	99,84€
Zona13	22	7,34%	7,47%	0,38 €	76,63 €

4.4 Apreciação global das atividades

Analisando as tabelas anteriores podemos constatar que a frota se divide em viaturas ligeiras e pesadas, numa relação de sete veículos ligeiros, para cinco veículos pesados. Constatamos ainda que o veículo que percorre mais quilómetros diariamente é o veículo afeto à zona2 e o que percorre menos é o veículo afeto à zona3. Quanto à distribuição propriamente dita, considera-se que todas as viaturas que percorrem uma média superior a 50 quilómetros não fazem “distribuição contínua”. No caso do pesado afeto à “zona9” é considerado que faz tão e somente a carga do armazém principal para o posto intermédio, deixando nesse posto a mercadoria afeta à “zona11” e “zona12”.

Na segunda grelha da tabela, podemos constatar que é o veículo afeto à “zona4” que mais clientes visita em média, sendo obviamente o veículo afeto à “zona9” o que menos clientes visita. Verificamos ainda que a “zona4”, como já anteriormente referido, fica com cerca de 18,40% das quantidades transportadas diariamente, sendo o veículo afeto “zona8” que menos mercadoria distribui. Quanto ao volume de faturação é na “zona4” que se verifica o maior volume e na “zona11” que se verifica o menor.

Quanto aos custos de distribuição médios por quilómetro, é o veículo afeto à “zona5” o mais dispendioso e o veículo afeto à “zona12” o menos dispendioso. No que diz respeito aos custos médios diários da volta no mês de abril, foi a viatura afeta à “zona9” a que se mostrou mais dispendiosa e a viatura afeta à “zona3” a menos dispendiosa.

Para efeitos futuros de estudo, neste relatório iremos estudar a “zona4”¹⁰ e a “zona11”¹¹. A primeira pelo fato de ser a volta de distribuição que mais clientes abrange numa curta área geográfica, sendo também uma volta com algumas restrições horárias, além de, como já referido, ser a zona que mais quantidades absorve diariamente. A segunda recolha recai na “zona11” pelo fato de partir do armazém intermédio. Desse ponto de partida mostrar-se a volta mais dispendiosa apesar de percorrer menos quilómetros diários e transportar menos quilogramas que a outra volta que parte do armazém intermédio, importa, portanto, tentar perceber o porquê. Importa ainda salientar que as voltas que partem do armazém intermédio só aconteceram no mês de abril, dezassete vezes em contraponto com todas as restantes, que aconteceram vinte e duas vezes no mês de abril, estando todos os cálculos feitos nessa base.

¹⁰ Mapa Ilustrativo em anexo “Mapa Zona4”

¹¹ Mapa Ilustrativo em anexo “Mapa Zona11”

5 Capítulo V - Gestão da distribuição e planeamento de rotas de transporte

O planeamento da distribuição é algo muito volátil nesta atividade, acontece diariamente e só pode efetivar-se após o fecho da faturação diária.

Assim, e analisando esta particularidade, irei apresentar a abordagem tradicional e posteriormente, uma nova abordagem argumentada com ganhos e vantagens.

5.1 Abordagem tradicional

O planeamento da distribuição acontece no momento em que o motorista confere a mercadoria confrontando-a com as faturas previamente emitidas, consoante as ordens de encomenda que, naquele dia foram geradas. Este processo torna-se altamente complexo, pois só um motorista habituado a efetuar uma determinada volta de distribuição consegue fazer este planeamento com base no conhecimento pessoal dos clientes a visitar nesse dia. Não há por isso uma forma previamente estabelecida de saber quais as restrições horárias, geográficas e pessoais de cada cliente.

Em suma, não existe uma base documental ou tecnológica que suporte este processo, tratando-se de algo completamente dependente do critério do motorista que efetuará a volta. Tais factos elucidam-nos quanto a várias problemáticas decorrentes da falta de documentação destas operações.

Um dos cenários mais comuns, é o caso decorrente de o motorista que habitualmente efetua a volta, iniciar um período de férias, adoeça ou simplesmente falte, faz com que se gere uma sobrecarga sobre o responsável da logística, pois além de ter de escolher um motorista substituto, tem de elucidá-lo quanto à volta de distribuição e suas restrições, chegando em alguns dos casos a ter de acompanhar o motorista na volta de distribuição para assegurar que este cumpre a mesma da melhor forma possível, o que introduz naturalmente um transtorno à empresa.

Outro dos cenários, é que mesmo no caso de um motorista que esteja familiarizado com a volta, não existe nenhum garante que este está a respeitar todas as restrições da mesma, de forma a otimizar custos e tempos de distribuição, pois mesmo respeitando as necessidades e expectativas dos clientes, é possível otimizar a distribuição com recurso a ferramentas de otimização e documentação das voltas de distribuição.

5.2 Distribuição ótima – proposta VRP

Analisando o problema e as respectivas necessidades, chegamos à clara conclusão da importância de recorrer a uma formulação de otimização que permita, através do planeamento dos recursos e do escalonamento das ordens de encomenda, melhorar tempos e distâncias associados às rotas de distribuição.

Pretende-se pois, que a formulação identifique para os clientes de uma dada zona que fizeram encomendas em determinado dia, a rota de distribuição a afetar a um determinado veículo e motorista, devendo essa rota atender às restrições impostas pelos clientes a servir nesse dia. Os resultados do modelo constituirão o suporte documental para cada veículo e motorista, proporcionando o necessário suporte e apoio à decisão.

Em suma, é desejável a integração de uma solução que optimize o problema de rotas integrando as condicionantes logísticas a elas associadas.

Tal como se tivemos oportunidade de verificar no decurso da revisão da literatura, as questões relacionadas com o planeamento de rotas com vista à melhoria do serviço de entrega ao cliente e à redução dos custos associados à operação de distribuição, são conhecidas por *Vehicle Routing Problems* (VRP).

Considerada uma frota de veículos com capacidade uniforme, um centro de distribuição comum e diferentes clientes que constituem pontos de procura, o VRP pretende encontrar o conjunto de rotas que, simultaneamente, minimiza o custo total e permita satisfazer toda a procura (Tavares, J. et al., 2002). O VRP simples pode ser definido por um grafo $G = (V, A)$, onde $V = \{v_0, v_1, \dots, v_n\}$ é o conjunto de vértices que correspondem aos pontos de procura e em que v_0 corresponde ao único centro de distribuição, com uma procura fictícia $d_0 = 0$. Os restantes pontos são os clientes, cuja procura q_i é conhecida. O conjunto $A = \{(v_i, v_j) : v_i, v_j \in V, i \neq j\}$ é o conjunto de arcos que ligam esses vértices. A estes arcos está associada normalmente, uma matriz simétrica de custos C que representa a distância ou o tempo de viagem entre os vários vértices, na qual o custo de ir do vértice i para o vértice j é igual ao do sentido inverso, ou seja, $c_{ij} = c_{ji}$. No entanto, pode acontecer que a matriz seja assimétrica, nomeadamente por haver trajetos com sentido único.

O caso prático a tratar enquadra-se pois nesta classe de problemas. Importa ainda referir que, num VRP simples, considera-se uma frota constituída por k veículos de capacidade idêntica, havendo que garantir o cumprimento de restrições como:

- A quantidade transportada por cada veículo a ser entregue aos vários clientes que pertencem à sua rota não pode exceder a sua capacidade;

- Cada rota começa e acaba no centro de distribuição;
- Cada cliente é visitado uma única vez e pertence a uma só rota;
- Cada veículo é responsável por efetuar uma única rota.

Em síntese, este problema tem como objetivo a determinação do conjunto de rotas que minimizam o custo total da atividade de distribuição (Braysy et al., 2005).

O desenvolvimento do modelo VRP requer a definição de variáveis de decisão binárias $x_{i,j,k}$, que assumem o valor de 1 se o veículo k visitar o cliente i e depois o cliente j ou seja, se o arco (i, j) pertencer à solução ótima e 0, no caso contrário.

A função objetivo no modelo VRP pode ser traduzida pela relação:

$$\min \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \sum_{k=1}^m c_{ij} x_{ijk}$$

Sujeita a restrições operacionais como:

$$\sum_{i=0}^n \sum_{k=1}^m x_{ijk} = 1 \quad \forall j > 1 \quad (1)$$

Este conjunto de equações assegura que cada cliente é visitado uma única vez. Por outro lado, há que garantir a continuidade do movimento dos veículos, ou seja, quando um veículo chega a um cliente, tem que sair dele. Esta condição pode representar-se pelo seguinte conjunto de equações:

$$\sum_{j=0}^n x_{jik} = \sum_{j=0}^m x_{ijk} \quad \forall i = 2, \dots, n; i \neq j, \forall k \quad (2)$$

No que toca às condições de capacidade, importa assegurar que a soma das quantidades a transportar por um veículo k , para os vários clientes, não excede a capacidade máxima desse veículo.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_i x_{ijk} \leq Q_k \quad k = 1, \dots, m \quad (3)$$

Nestas inequações (3) q_i representa a quantidade requisitada pelo cliente i e Q_k a capacidade máxima do veículo.

$$\sum_{j=1}^n x_{0,jk} \leq 1 \quad \forall k = 1, \dots, m \quad (4)$$

As inequações (4) definem se os veículos k partem do centro de distribuição.

$$\sum_{v_i \in S} \sum_{v_j \in S} x_{ijk} \leq |S| - 1 \quad \forall S \subseteq V \setminus \{0\}; S \neq \emptyset; k = 1, \dots, m \quad (5)$$

Por outro lado, a eliminação de sub-rotas é conduzida nas inequações (5), onde S representa um subconjunto de clientes.

Em alguns problemas pode ser dada a duração máxima D_k da rota percorrida por cada veículo, devendo neste caso cumprir-se as condições:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (t_{ij} + t_i) x_{ijk} \leq D_k \quad k = 1, \dots, m \quad (6)$$

As inequações (6) garantem pois que o *time-in-transit* entre os pontos i e j , definido por t_{ij} e o tempo necessário para a descarga de cada veículo no local i dado por t_i não ultrapassam a duração máxima definida. Por último, é necessário definir o tipo de variáveis de decisão ou seja:

$$x_{ijk} = \{0, 1\} \quad i, j = 1, \dots, n; k = 1, \dots, m \quad (7)$$

No caso em estudo o centro de distribuição representa o armazém da empresa, sendo a procura dos clientes definida diariamente de acordo com as notas de encomenda.

O campo de investigação em *Vehicle Routing Problem*, VRP tem sido, como se viu, objeto de inúmeras contribuições. No conjunto de algoritmos de solução propostos na última década, destacam-se os algoritmos de pesquisa local como o *Large Neighbourhood Search* (LNS), os algoritmos genéticos e as metaheurísticas.

É precisamente neste âmbito que surge um algoritmo desenvolvido pela comunidade *Verolog*¹², mais precisamente por Güneş Erdoğan, em 2015, que apresenta uma proposta adequada ao desafio que se coloca no presente trabalho.

De acordo com o autor, Erdoğan (2015), a maturidade desta área do conhecimento mostra que, um único algoritmo, dificilmente consegue resolver com êxito todas as variantes do VRP. Assim, o autor apresenta uma implementação de uma variante do algoritmo LNS (Shaw, 1998; Pisinger e Ropke, 2007), suportada por procedimentos estruturados em código VBA e disponível como um solver (Add-in), de utilização em contexto de folha de cálculo Microsoft Excel.

O procedimento desenvolvido baseia-se na heurística de Clarke e Wright¹³ e num algoritmo de pesquisa local conjugado com o algoritmo *Iterated Local Search*¹⁴. Em síntese, a aplicação desenvolvida integra os seguintes procedimentos:

¹² Euro Working Group on Vehicle Routing and Logistics Optimization.

¹³ Esta heurística baseia-se na troca de conjuntos de rotas em cada ponto de chegada, caso seja possível ou desejável, por forma a melhorar o desempenho global.

¹⁴ Constrói iterativamente uma sequência de soluções geradas por uma heurística incorporada.

- **Passo 1** (*Inicialização*): Inicializar a solução incumbente, a melhor solução conhecida e o contador de iteração, $k = 1$. Ler a solução na folha de cálculo destinada à solução incumbente. Definir α_1 = taxa mínima de eliminação LNS, α_2 = taxa de eliminação máxima LNS e β = dimensão da lista de candidatos LNS.
- **Passo 2** (*condição de Paragem*): Se o limite de tempo for excedido, parar e registar a melhor solução conhecida.
- **Passo 3** (*Perturbação*): Aleatoriamente seleccionar e remover $\alpha_1 + U[0, 1] * (\alpha_2 - \alpha_1)\%$ ou seja, percentagem dos locais a partir da solução incumbente.
- **Passo 4** (*Reparação*): Escolher aleatoriamente e inserir um local entre os β melhores locais candidatos a inserção, até que não haja mais vértices para serem inseridos.
- **Passo 5** (*Polimento*): Seleccionar e aplicar o melhor entre, os operadores de realocação de vértices, troca vértice, e 2-opt, até que nenhuma melhoria seja possível.
- **Passo 6** (atualização da melhor solução): Se a solução incumbente é viável e melhor do que a melhor solução conhecida, atualizar a melhor solução conhecida. Incrementar k e ir para a Passo 2.

De acordo com o manual de utilizador¹⁵, trata-se de uma proposta de solução desenvolvida sob uma folha de cálculo Microsoft Excel, na qual é implementada a formulação de programação linear VRP, a qual é posteriormente resolvida com base em ferramentas suportadas pela folha de cálculo.

Efetuada a descrição sumária da formulação VRP base e detalhadas as principais características do suporte computacional utilizado na resolução do caso de estudo, importa evidenciar os atributos concretos que marcam a sua adequação ao problema e descrever os procedimentos associados à aplicação prática do solver VRP.

¹⁵ Manual de Utilizador em Anexo *VRP Spreadsheet Solver*.

5.3 Etapas de aplicação do solver VRP

O solver VRP pode ser descarregado livremente no endereço disponível no manual de instruções (<http://verolog.deis.unibo.it/vrp-spreadsheet-solver>) que transporta o utilizador para a página web da comunidade VeRoLog.

Uma vez descarregada a aplicação e instalada no *Microsoft Excel* em formato de suplemento (*Addin*), o primeiro passo será ativar o separador de suplementos e seleccionar a opção *VRP SpreadSheet Solver*.

Nesse suplemento surgirão várias hipóteses de escolha e torna-se essencial, antes de qualquer teste, seleccionar a opção “0 *Reset Workbook*”, que permite reinicializar o solver, procedendo à limpeza total dos dados que possam estar pré-estabelecidos.

Por outro lado, o desenvolvimento dos testes requer o preenchimento dos dados necessários à execução do algoritmo. No caso de estudos do Aviário do Pinheiro S.A, havia que extrair, em formato Excel, o mapa do ERP *SageRetail* utilizado na empresa. Em particular, procedeu-se à extração dos dados arquivados no módulo designado “faturação diária”, aplicando filtros de acordo com as zonas de consumo. O *software* possibilita então a exportação de um ficheiro *Excel* com os dados dos clientes que registaram consumos em determinado dia bem como o valor discriminado desses consumos. Destes ficheiros é retirada a morada de cada cliente por forma a possibilitar ao solver VRP gerar as respetivas coordenadas geográficas.

As simulações são posteriormente conduzidas, caso a caso, sendo estabelecidas condições associadas a cada cliente a integrar na execução do Algoritmo VRP.

Assim, após o “*Reset Workbook*” importa definir:

- o número de paragens
- o critério associado ao tipo de trajeto (mais rápido ou mais curto)
- o número de veículos considerados.

Na análise desenvolvida considerou-se a utilização de um único veículo que retorna sempre ao seu ponto de partida, ou seja, ao armazém do Aviário do Pinheiro S.A.

É ainda nesta janela que se definem os parâmetros de execução do algoritmo nomeadamente o tempo máximo de CPU, como posteriormente se documentará.

A opção seguinte do procedimento (índice “1.1 Setup Locations”) permite, entre outras variáveis, registar os nomes e as moradas dos pontos a visitar, com a respetiva definição da janela de princípio e fim de tempo de visita e definição do tempo de serviço

médio por cliente. Neste quadro colocou-se os pontos a visitar pela ordem que convencionalmente é utilizada pelos motoristas da empresa para uma determinada rota. Seguidamente, ainda no mesmo quadro, nas opções da solução deverá ser selecionada a opção " 1.2 Populate lat/lon using address" para que, com recurso ao Bing Maps, a solução descarregue as coordenadas dos pontos a visitar.

Uma vez registados os pontos de paragem, as respetivas coordenadas e as restrições temporais associadas a cada ponto, estão reunidas as condições para executar o passo seguinte ou seja "2.1 Setup Distances", seguido da opção "2.2 Populate Distances ", para que, mais uma vez com acesso ao *Bing Maps* sejam calculadas as distâncias e os tempos relativos entre cada um dos pares de coordenadas geradas anteriormente.

Concluído o procedimento anterior há que introduzir a especificação das características do veículo, o total de horas de operação e o total de horas de trabalho que que se admitem (passo "3 Vehicle WorkSheet).

No presente caso de estudo foram sempre consideradas 8 horas máximas de condução e 10 horas máximas de trabalho, não se considerando limite de quilómetros ou de carga.

No ponto seguinte, "4 Solution WorkSheet", é apresentada a listagem de pontos a visitar com uma previsão que corresponde à solução incumbente (antes de otimização) ou seja, neste quadro surgem as distâncias percorridas e os tempos que configuram uma determinada rota de distribuição. É ainda neste quadro que depois de selecionar a opção "6 Engage VRP", o algoritmo VRP mostra os resultados da otimização, reordenando os pontos a visitar de forma a satisfazer as condições previamente estabelecidas.

Opcionalmente, executando a opção o "5. Setup Visualization ", todas as coordenadas anteriormente registadas serão de um modo visual e sequencial, ordenadas numericamente e apresentadas através do *Bing Maps* na própria folha de Excel. Importa salientar que, para todo este processo, é necessário estar ligado à Internet e ter em posse uma chave (password) do *Bing Maps*, também ela disponível de forma gratuita.

A título conclusivo importa referir que o solver VRP, é de utilização bastante acessível, tendo apresentado boas estatísticas computacionais nos diversos testes e cenários de operação realizados.

Para além das escolhas testadas há ainda um conjunto adicional de opções que viabilizam a integração de restrições não consideradas no presente caso de estudo. No Anexo 3 são ilustrados os vários passos aqui explicados.

6 Capítulo VI – Análise e Discussão dos

Resultados das Propostas Desenvolvidas

O presente capítulo é dedicado à apreciação dos resultados obtidos com o solver VRP. Procura-se fazer sempre uma análise económica e operacional da solução ótima obtida em cada cenário, comparativamente com a solução em prática no Aviário do Pinheiro S.A.

Tal como anteriormente se referiu, a apreciação conduzida neste capítulo, compreende a apreciação de vários cenários operativos envolvendo a “zona4” e a “zona11”, sendo ainda parte integrante desta análise o custeio das atividades de distribuição.

6.1 Planeamento das Rotas de Distribuição

O planeamento das voltas de distribuição foi conduzido mediante a apreciação e resolução de quatro cenários operacionais diferentes para a zona4 e dois cenários para a zona11. Em cada um destes cenários foram realizados cinco testes máquina, com o propósito de avaliar comparativamente o desempenho do solver VRP. Os testes foram limitados por tempos de CPU de respetivamente, 60, 120, 240, 480 e 540 segundos, sendo executados num computador pessoal com as seguintes características: CPU Intel Core i7-3537U, 2.0GHZ, 4GB de memória RAM e Disco SATA de 500GB.

Para efeitos comparativos dos resultados, os testes foram realizados para o mesmo critério de otimização, ou seja, minimização das distâncias percorridas nas voltas de distribuição (i.e. o caminho mais curto para satisfazer as necessidades das voltas).

Para a generalidade das voltas de distribuição foram considerados os seguintes pressupostos:

- Início da volta às 3 horas da manhã, de acordo com a prática na organização;
- Tempo médio de descarga, em cada cliente, estimado em 5 minutos;
- Tempo máximo de condução 8 horas, de acordo com os requisitos impostos pela legislação em vigor para os veículos pesados;
- Tempo máximo de distribuição por operador 10 horas com paragens de 5 minutos ao cabo de 8 horas;

6.1.1 Apreciação dos resultados relativos à “Zona4”

Tabela 4 - Testes à zona4, sem restrições e com 51 pontos de distribuição.

51 Pontos Intermédios - Correspondente ao máximo diário de clientes visitados no mês de abril							Análise
Zona 4 sem restrições							
Segundos de CPU	60	120	240	480	540	Sem otimização	Ganhos:
Iterações	6	17	71	270	305	-	
Saída	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	
Chegada	11:48	11:48	11:46	11:49	11:49	13:03	
Tempo de circulação	04:48	04:33	04:31	04:34	04:34	05:48	
Tempo de Distribuição	08:48	08:48	08:46	08:49	08:49	10:03	01:14
Quilómetros	160,95	160,57	159,87	159,71	159,71	190,46	30,75 km

Tal como se pode verificar da análise da tabela 1, neste primeiro cenário, a solução ótima obtém-se para 480 segundos de CPU, relativos a aproximadamente 270 iterações. Comparativamente com a distribuição praticada na empresa (i.e. Tabela 1, “Sem otimização”) obtém-se ganhos de 1 hora e 14 minutos e uma poupança de 30,75 quilómetros. Podemos ainda constatar que, apesar de o tempo total de distribuição ultrapassar as 8 horas, o tempo de condução do veículo é, em qualquer dos casos, inferior a 5 horas. Importa recordar que existe um tempo médio de descarga em cada cliente (ponto intermédio), estimado em 5 minutos.

Assim, constatamos que são cumpridas as 8 horas máximas de condução, de acordo com os requisitos impostos pela legislação em vigor para os veículos pesados.

Tabela 5 - Testes à zona4, com restrições e 51 pontos intermédios de distribuição.

51 Pontos Intermédios - Correspondente ao máximo diário de clientes visitados no mês de abril							Análise
Zona 4 com restrições							
Segundos de CPU	60	120	240	480	540	Sem otimização	Ganhos:
Iterações	14	41	75	145	297	-	
Saída	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	
Chegada	12:50	11:59	11:59	11:59	11:59	13:23	
Tempo de circulação	04:29	04:24	04:24	04:24	04:24	05:48	
Tempo de Distribuição	11:44	11:39	11:39	11:39	11:39	13:03	01:24
Quilómetros	160,38	160,07	160,07	160,07	160,07	190,46	29,76 km

Num segundo cenário, estabeleceram-se cinco janelas horárias para a entrega das mercadorias nos clientes.

Após execução dos vários testes, conclui-se que a solução ótima requer 120 segundos de CPU e aproximadamente 270 iterações.

Analogamente obtêm-se ganhos de 1 hora e 24 minutos e uma poupança de 29,76 quilómetros, relativamente à solução praticada na empresa.

A imposição das condições de entrega restringe a região de admissibilidade de soluções e, neste caso, o valor ótimo da distância resulta superior ao obtido no caso anterior.

Por outro lado, a consideração das janelas horárias de entrega permitem alcançar a solução ótima numa menor tempo de CPU, comparativamente com o cenário anterior. De igual modo, as condições de duração horária da volta de distribuição são cumpridas integralmente, para tempos mínimos de CPU de 120 segundos.

Tabela 6- Testes à zona4, sem restrições e 39 pontos intermédios de distribuição.

39 Pontos Intermédios - Correspondente à média diária de clientes visitados no mês de abril							Análise
Zona 4 sem restrições							
Segundos	60	120	240	480	540	Sem otimização	Ganhos:
Iterações	30	174	348	632	675	-	
Saída	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	
Chegada	11:15	11:03	10:46	10:46	10:46	12:04	01:18
Tempo de circulação	04:47	04:40	04:31	04:31	04:31	05:49	01:18
Tempo de Distribuição	11:02	10:55	10:46	10:46	10:46	12:04	01:18
Quilómetros	173,94	165,19	158,70	158,70	158,70	185,00	26,30 km

Neste cenário chegamos a um resultado ótimo com 240 segundos de CPU e com aproximadamente 240 iterações, obtendo ganhos de 1 hora e 18 minutos e uma poupança de 26,30 quilómetros. Podemos ainda constatar que as 8 horas máximas de condução estabelecidas por lei para os veículos pesados, são cumpridas em qualquer dos testes ou seja, para todos os valores de CPU considerados.

Tabela 7 - Testes à zona4, com restrições e 39 pontos intermédios de distribuição.

39 Pontos Intermédios – Correspondente à média diária de clientes visitados no mês de abril							Análise
Zona 4 com restrições							
Segundos	60	120	240	480	540	Sem otimização	Ganhos:
Iterações	29	41	85	227	303	-	
Saída	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	
Chegada	11:35	11:14	11:03	11:03	11:03	12:04	01:01
Tempo de circulação	05:51	04:57	04:48	04:48	04:48	05:49	01:01
Tempo de Distribuição	12:06	11:12	11:03	11:03	11:03	12:04	01:01
Quilómetros	177,90	168,20	166,32	166,32	166,32	185,00	18,68 km

Neste segundo cenário de 39 pontos intermédios afetos à zona4 estabeleceram-se, à semelhança do implementado para o máximo diário de clientes visitados no mês de abril (i.e. 51 pontos intermédios), cinco janelas horárias para a entrega da mercadoria nos clientes. Após execução do algoritmo, obtemos o resultado ótimo com 240 segundos de CPU e com aproximadamente 120 iterações. Os ganhos, em termos da duração da volta de distribuição, registam neste caso o valor de 1 hora e 01 minuto, para uma poupança de 18,68 quilómetros. Podemos ainda constatar que são cumpridas as 8 horas máximas de condução estabelecidas para este tipo de veículos, em qualquer dos testes computacionais.

Uma vez concluída a apreciação da distribuição na zona 4 (i.e. visualização dos mapas de testes à “zona4”) pode concluir-se que a aplicação do algoritmo VRP permite melhorar os parâmetros de distribuição quer em tempo quer em distância percorrida.

Os resultados obtidos podem elucidar os intervenientes da empresa da real importância deste tipo de solução e ainda sobre as mais-valias que é possível obter.

A empresa pode beneficiar de ganhos económicos e, no caso do motorista, haverá ainda lugar a maiores períodos de descanso. Por seu turno, os clientes terão asseguradas as entregas respeitando as devidas restrições horárias.

6.1.2 Apreciação dos resultados relativos à “Zona11”

Tabela 8 - Testes à zona11; Sem Restrições; 25 pontos intermédios de distribuição

25 Pontos Intermédios - Correspondente ao máximo diário de clientes visitados no mês de abril							Análise
Zona11 sem restrições							
Segundos de CPU	60	120	240	480	540	Sem otimização	Ganhos:
Iterações	98	158	298	457	606	-	
Saída	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	
Chegada	10:03	09:53	09:47	09:47	09:47	11:29	
Tempo em Entregas	05:14	05:06	05:03	05:03	05:03	06:45	
Quilómetros	292,54	290,37	286,47	286,47	286,47	315,50	29,03 km

Neste primeiro cenário relativo à “zona11” chegamos a um resultado ótimo com 240 segundos de CPU e com aproximadamente 457 iterações, obtendo-se ganhos de 1 hora e 42 minutos e uma poupança de 29,03 quilómetros. É ainda de sinalizar que o algoritmo, antes de otimização, através da rota traçada no Bing Maps, mostra que o motorista utiliza autoestrada. Após otimização o algoritmo desenha uma rota alternativa sem utilização de autoestrada, percorrendo menos quilómetros e cumprindo as metas

horárias e o horário legal de trabalho, o que faz com que se verifique uma poupança adicional de 29,70€ diário, só em portagens.

Tabela 9 - Testes à zona11; Sem Restrições; 16 pontos intermédios de distribuição

16 Pontos Intermédios - Média							Análise
Zona 11 sem restrições							
Segundos de CPU	60	120	240	480	540	Sem otimização	Ganhos:
Iterações	118	190	358	548	727	-	
Saída	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	01:03
Chegada	09:10	08:57	08:57	08:57	08:57	10:00	
Tempo em Entregas	04:40	04:27	04:27	04:27	04:27	05:30	01:03
Quilómetros	262,60	253,70	253,70	253,70	253,70	280,70	27 km

No segundo cenário, chegamos a um resultado ótimo com 120 segundos de CPU e com aproximadamente 190 iterações, obtendo ganhos de 1 hora e 03 minutos e uma poupança de 27 quilómetros. À semelhança do caso anterior, antes de otimização, através da rota traçada no *Bing Maps*, mostra que o motorista utiliza autoestrada. A não utilização da autoestrada representa poupança de 29,70€ diários.

Após visualização do mapa chega-se à conclusão que os resultados relativos à “Zona11” são claramente indicadores de que esta distribuição carece de ser de intervenção. É realizado um grande número de quilómetros diário para que sirva um número escasso de clientes com rácios de consumo médios diários muito baixos e que representam grandes gastos para a empresa.

Perante estes dados, a empresa argumenta que esta distribuição, mesmo havendo uma ténue linha que separa os resultados operacionais positivos dos negativos, tem de continuar a ser realizada por motivos estratégicos e regionais.

A principal justificação para a manutenção desta distribuição deve-se ao facto de existir um cliente na zona 11 com um peso muito significativo para a empresa e que, simultaneamente, apresenta consumos em mais zonas de distribuição. Perante um mercado impiedoso, há que fazer esforços para fidelizar o cliente. Uma das alternativas sugeridas passa por tentar “abrir” novos clientes na zona e fazer recurso à ferramenta de otimização para que se gerem maiores poupanças na realização desta distribuição.

6.2 Custeio das atividades de distribuição

Uma vez analisados os resultados operacionais e identificadas as principais melhorias que é possível alcançar com a otimização das voltas de distribuição, importa agora proceder à avaliação de custos.

Para esta análise optou-se por fazer uma classificação dos custos com base nos custos fixos e variáveis e construir as tabelas com os dados das viaturas utilizadas na “zona4” e “zona11”. Considerando em primeiro lugar os custos sem otimização e posteriormente a avaliação da nova proposta de distribuição. Procurou-se fazer uma classificação adaptada ao custeio das atividades de forma simples e concisa.

6.2.1 Apreciação dos resultados relativos à “Zona4”

Tabela 10 - Custos de distribuição na Zona 4 no mês de abril sem otimização

Custos da distribuição afetos à Zona4 – Sem Otimização			
Viatura:		Zona4	
Custos fixos a)		Custos variáveis b)	
	Valor		Valor
Amortização		Oficina	170,69 €
Seguro	261,83 €	Pneus	
Impostos	10,25 €	Gasóleo*	790,76 €
Inspeção	30,00 €	Portagens	80,85 €
Salario	700,00 €	Revisão	
Salario Ajudante	700,00 €	Eletricista	
		Manutenção	
		Outros	
		Consumo médio (100km)	19,4
Totais	1 702,08 €		1 042,30 €
Total			2 744,38 €
Quilómetros Percorridos		4 070,00	
Valor do Quilómetros calculado a)+b)		0,67 €	
Valor do Quilómetros calculado b)		0,26 €	
*considerando o litro de gasóleo a 1€ contratado			

Tabela 11 - Previsão de custos depois de otimização para 36 pontos médios

Custos da distribuição afetos à Zona4– Com Otimização			
Viatura:		Zona4	
Custos fixos a)		Custos variáveis b)	
	Valor		Valor
Amortização		Oficina	170,69 €
Seguro	261,83 €	Pneus	
Impostos	10,25 €	Gasóleo*	709,85 €
Inspeção	30,00 €	Portagens	80,85 €
Salario	700,00 €	Revisão	
Salario Ajudante	700,00 €	Eletricista	
		Manutenção	
		Outros	
Totais	1 702,08 €		961,39 €
Total			2 663,47 €
Quilómetros Percorridos			3 659,04
Valor do Quilómetros calculado a)+b)			0,73 €
Valor do Quilómetros calculado b)			0,26 €
*considerando consumo médio de 19,4 litros aos 100 Km			
*considerando o litro de gasóleo a 1€ contratado			

A análise aos resultados obtidos na Tabela 14, é um pouco contraditória, pois o custo por quilómetro aumentou face ao custo expresso na Tabela 13, quando se esperava que este diminuísse. Mas uma vez que o custo por quilómetro é a soma dos custos fixos com os custos variáveis a dividir pelo número de quilómetros percorridos, e uma vez que só houve uma diminuição quilómetros, e não havendo redução em mais nenhum custo com exceção dos gastos em gasóleo, não se verifica expressão imediata nos números apresentados. Mas numa perspetiva mensal, já se registou uma poupança de 43,29€, o que nos leva a concluir que esta distribuição já estava muito perto de estar economicamente otimizada.

6.2.2 Apreciação dos resultados relativos à “Zona11”

Tabela 12 - Custos de distribuição na Zona 11 no mês de abril sem otimização

Custos da distribuição afetos à Zona11 – Sem Otimização			
Viatura:		Zona11	
Custos fixos a)		Custos variáveis b)	
	Valor		Valor
Amortização		Oficina	
Seguro	142,02 €	Pneus	
Impostos	10,25 €	Gasóleo*	935,28 €
Inspeção		Portagens	475,20 €
Salario	700,00 €	Revisão	
		Eletricista	
		Manutenção	
		Outros	
		Consumo médio (100km)	18,7
Totais	852,27 €		1 410,48 €
Total			2 262,75 €
Quilómetros Percorridos			5 014,00
Valor do Quilómetros calculado a)+b)			0,45 €
Valor do Quilómetros calculado b)			0,28 €
*considerando o litro de gasóleo a 1€ contratado			

Tabela 13 – Previsão de custos depois de otimização para 16 pontos médios

Custos da distribuição afetos à Zona11 – Com Otimização			
Viatura:		Zona11	
Custos fixos a)		Custos variáveis b)	
	Valor		Valor
Amortização		Oficina	
Seguro	142,02 €	Pneus	
Impostos	10,25 €	Gasóleo*	787,48 €
Inspeção		Portagens	- €
Salario	700,00 €	Revisão	
		Eletricista	
		Manutenção	
		Outros	
Totais	852,27 €		787,48 €
Total			1 639,75 €
Quilómetros Percorridos			4 059,20
Valor do Quilómetros calculado a)+b)			0,40 €
Valor do Quilómetros calculado b)			0,19 €
*considerando consumo médio de 18,7 litros aos 100 Km			
*considerando o litro de gasóleo a 1€ contratado			

É perentória, na análise aos resultados obtidos na Tabela 15, a redução dos custos variáveis desta distribuição, pois deixando de haver custos com autoestradas e reduzindo os quilómetros percorridos, esta distribuição pode poupar cerca de 1377€ mensais, reduzindo consequentemente o custo por quilómetro para os 0.40€. Economicamente esta distribuição deixa muito a desejar, pelo que, como já foi explicado anteriormente, necessita de ser alvo de intervenção urgente por parte da empresa.

7 Capítulo VII – Conclusões

Neste último, capítulo são apresentadas algumas considerações e conclusões relativas à discussão presente nos capítulos anteriores, assim como algumas conclusões finais sobre o estágio desenvolvido. Serão igualmente, expostas algumas reflexões pessoais, para além das considerações relativas ao decurso do presente relatório.

7.1 Principais conclusões do trabalho desenvolvido

Com a leitura do relatório desenvolvido é perceptível que o estágio foi muito direcionado para a criação de um sistema de otimização de rotas de veículos de distribuição de produto final na empresa Aviário do Pinheiro S.A, tendo sempre por base o custeio das distribuições face ao volume de material e de faturação atribuído a cada uma.

O estágio foi desenvolvido em quatro grandes fases:

- Integração e análise do sistema produtivo e de distribuição da empresa;
- Levantamento de requisitos e necessidades;
- Pesquisa e recolha de Informação;
- Desenvolvimento do presente relatório e implementação da solução de otimização.

A integração na empresa e no seu esquema operacional correu de uma forma bastante dinâmica e interessante, despoletando um interesse crescente para o levantamento de requisitos e necessidades, que se mostrou bastante exaustivo, resultado espelhado nos capítulos III e IV.

Depois do levantamento de requisitos passou-se à pesquisa e recolha de informação sobre a temática a abordar, ou seja, como relacionar processos logísticos com o custeio dos mesmos, e perante a reunião de vários artigos, teses, livros e outras pesquisas procedeu-se à revisão bibliográfica presente no capítulo II.

Após esta fase e atendendo ao estado da arte, começou a desenhar-se uma proposta de solução para dar resposta às necessidades apuradas. Após várias aproximações, o desenho culminou numa proposta de solução em *Microsoft Excel* que tem acoplada um solver VRP (Vehicle Routing Problem) que assenta essencialmente sobre a heurística de *Clarke e Wright* e no algoritmo *Iterated Local Search*.

Tratando-se de um problema de resolução complexa, optou-se sempre por trabalhar com dados aproximados, de forma a aproximar os resultados obtidos à realidade.

Chega-se à conclusão que o algoritmo produz resultados bastante interessantes na ótica do planeamento e otimização das rotas de distribuição, pois em todos os casos testados existiu sempre lugar a melhorias e, no caso específico da rota afeta à “zona11”, permitiu perceber que o motorista, ao utilizar desnecessariamente a autoestrada, subia mensalmente os custos da volta em aproximadamente 38%.

Assim, considera-se que as tecnologias utilizadas se revelaram pertinentes e adequadas à solução da problemática apresentada, existindo porém melhorias a serem implementadas e/ou desenvolvidas, que serão evidenciadas na secção perspectivas futuras.

Numa análise do desenvolvimento propriamente dito, pode concluir-se que:

- Durante o processo de recolha de dados, que se mostrou bastante complexo e extenso, tiveram de ser tomadas opções relativamente às variáveis a considerar, que foram aquelas que mais influenciavam as decisões do algoritmo, tal como as restrições horárias.
- A variabilidade dos níveis de consumo e do número de clientes, faz com que se torne necessária uma atualização constante das rotas;
- A solução responde, de facto, com indicadores capazes de evidenciar à empresa formas de diminuir custos com combustíveis e desgaste das viaturas, permitindo ainda apurar as horas, homem e máquina que se aplicam a uma dada distribuição, sensibilizando os gestores a estarem atentos aos desempenhos de forma a rentabilizarem a distribuição.
- A solução que se apresenta deve ser utilizada única e exclusivamente numa ótica de apoio à gestão das rotas, não dispensando a intervenção dos técnicos envolvidas na gestão das rotas.
- Esta solução está preparada para que se faça uma análise e planeamento diários das rotas de distribuição ou, através de uma análise mais trabalhosa como aquela que se apresenta, estudar os hábitos mensais de consumo e perceber a média de clientes que são visitados e os custos e oportunidades que são gerados.

7.2 Perspetivas futuras

Para uma abordagem futura e numa ótica de continuação dos objetivos, seria interessante conseguir apresentar uma solução que, para além da otimização da distribuição com visão restritiva a desempenhos e custos, conseguisse imputar os

custos das atividades aos produtos, por região e conforme os hábitos de consumo da região. Ou seja, conseguir otimizar as rotas de distribuição, não só num ângulo operacional, mas também comercial e estratégico, zona a zona, caso a caso.

Seria ainda interessante desenvolver mais a solução para que esta se torne mais autónoma e sem tanta necessidade de interação humana, isto para reduzir nomeadamente erros na inserção dos dados e na definição das restrições, ou seja, estudar uma forma tornar o interface mais amigável.

7.3 Considerações pessoais

Em projetos desta dimensão, as minhas espetativas são sempre muito altas, esperando constantemente conseguir alcançar todos os objetivos propostos na sua plenitude, mas isso nem sempre acontece, este projeto não foi exceção, pelo seu grau de exigência e complexidade.

Contudo, este foi para mim um projeto bastante ambicioso e enriquecedor tornando-se numa experiência bastante gratificante. Foi uma prova altamente estimulante a oportunidade de estar envolvido no Aviário do Pinheiro S.A. onde tive a oportunidade de receber o *Know-How* das chefias e perceber a visão e espetativas dos restantes funcionários, com isso, criando bons laços profissionais e pessoais.

Concluo referindo que este projeto tem para mim um gozo adicional, a satisfação de conjugar dois mundos, o mundo da gestão e o mundo da informática, que juntos formaram um sistema de informação capaz de ajudar à tomada de decisão na empresa.

Bibliografia

- Baykasoğlu, V. K. (2012). Application of activity-based costing to a land transportation company: A case study. *International Journal of Production Economics* 116 (2), 308-324.
- Pisinger D. and S. Ropke (2007). A general heuristic for vehicle routing problems, *Computers & Operations Research*, 34, 2403–2435.
- Shaw P. (1998). Using constraint programming and local search methods to solve vehicle routing problems. In *Proceedings of the 4th International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming*, 417–431, Springer, New York.
- Oliveira, R.C. e J.S. Ferreira (2014). *Investigação operacional em ação, casos de aplicação*. Imprensa da Universidade de Coimbra, ISBN 978-989-26-0737-5.
- Clark, G. and J. W. Wright (1964). Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points." *Operations Research* Operations Research, Vol. 12, 1964, pp. 568-581.
- Porter, M. E. (1980). *Competitive Strategy*, New York Free Press, ISBN 0-684-84148-7.
- Rabia Ozpeynirci, H. D. (2012). Logistic Cost Management in Enterprises: The Example of Karaman, Aksaray and Kayseri Provinces. *Economic and Financial Review*.
- Saslavsky, D. (2014). Trade Logistics improving in developing countries, but more needs to be done. *World Bank Logistics Performance Index*, 2014
- Semil, P. (2011). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. Prentice Hall, ISBN 0136080405, 978-0136-080-404
- Thorpe, G. C. (2002). *Pure Logistics: The Science of War Preparation*. University Press of the Pacific, ISBN 978-129-749-37-75
- Wernke, R. (2014). *Custeio baseado em atividades (ABC) aplicado aos processos de compra e venda de distribuidora de mercadorias*.
- Themido, I., A. Arantes, et al. (2000). Logistic costs case study - an ABC approach. *Journal of the Operational Research Society*, ISBN 102-307-253-927
- Arbache, F. S. (2011). *Gestão de logística, distribuição e trade marketing*, FGV, ISBN 978-85225-1154-9
- Carvalho, J. C. (2012). *Logística e Gestão*. Edições Sílabo, *Gestão dos Transportes na Gestão da Cadeia de Abastecimento*, ISBN 978-972-618-598-7.

Chopra, S. a. (2011). Supply Chain Management, ISBN 9780273765226

Drury, C. (2006). Cost and Management Accounting - An introduction, ISBN 978-1-844-80-349-1.

Christopher, M.E. (1997) Marketing Logistics ISBN 0750652241.

Gaspar, J. (2008). Dicionário de ciências cartográfica.

Kotler, P. (2000). Administração de Marketing, ISBN 9788587918017.

Manuela Magalhães Hill, M. M. (2011). Investigação Operacional Vol 1, Programação Linear.

Arbache, F.S. (2011). Gestão de Logística, distribuição e trade marketing, ISBN 978-85-225-1154-9.

Bowersox, D.J.(2001). Logística empresarial. Atlas, ISBN 9788522428779.

Chopra, S. A.(2011) Supply Chain Management ISBN 9780132743952.

Webgrafia:

Erdoğan, G. (2015). User's Manual for VRP Spreadsheet Solver 2.1., EURO working group on Vehicle Routing and Logistics Optimization, <http://verolog.deis.unibo.it/vrp-spreadsheet-solver>, acedido em 07-03-2016.

DeLarge, L. (2008). <http://tecbelico.wordpress.com/2008/06/23/jomini>, acedido em 18 de Dezembro de 2015.

Anexos

Anexo 1 - Ilustrações da distribuição geográfica de clientes da “zona4” e “zona11” geradas a partir da aplicação *MyMaps* do *Google Maps*.

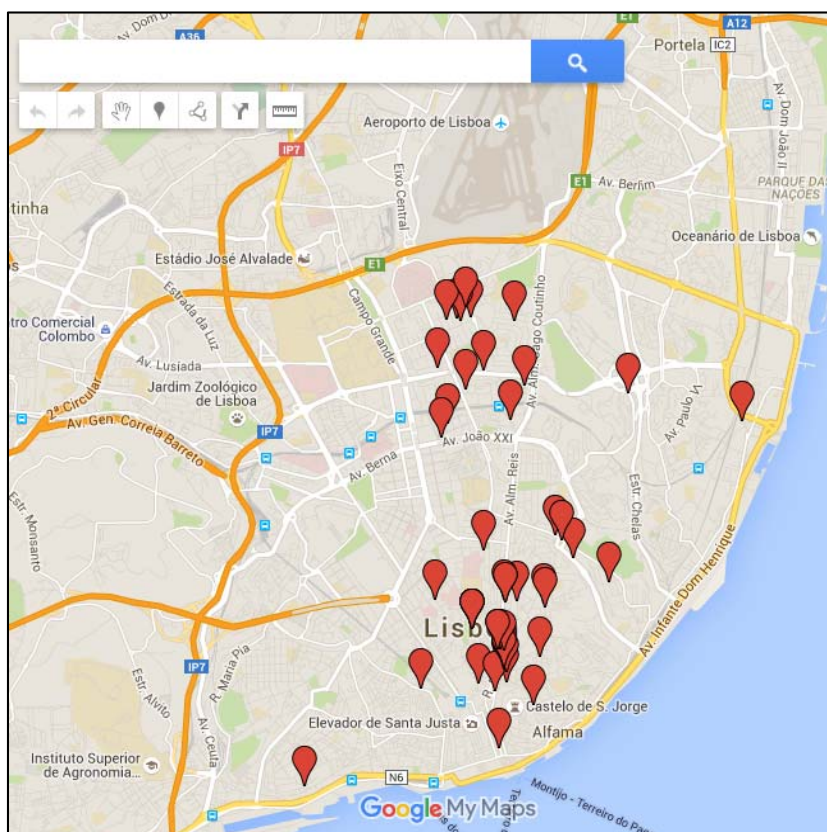


Figura 8 - Distribuição geográfica de clientes da "Zona4" – Zona Central de Lisboa

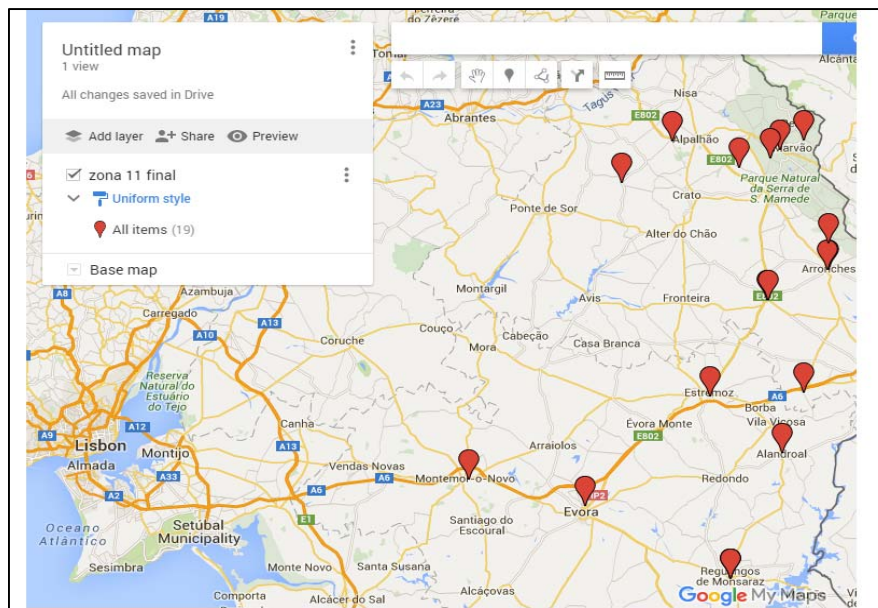


Figura 9 - Distribuição geográfica de clientes da "Zona 11" – Alentejo

Anexo 2 – ERP Sage Retail

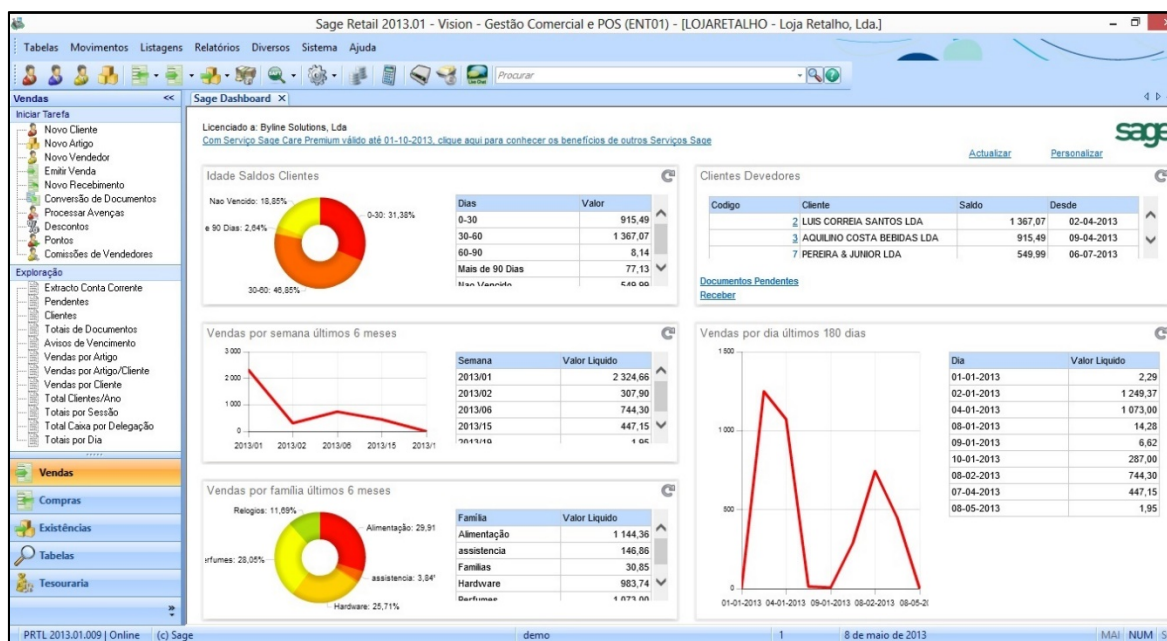


Figura 10 - Sage Retail - ERP do Aviário do Pinheiro S.A. Versão 2015 - Software Certificado

Anexo 3 - Demonstração das várias etapas de preenchimento do Vrp Spreadsheet Solver

The screenshot shows the 'Vrp Spreadsheet Solver' application with the 'SUPLEMENTOS' (Add-ins) tab selected. The left sidebar lists various steps, with '0. Optional - Reset the workbook' highlighted. The main area displays a configuration table with the following data:

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Value	Remarks								
	An8h1z9nqeXq7jclZuFh-tBhsFWyoCyk8bragPrVWc-jx6x4lp-gwu87A35AkXpy	You can get a free key at https://www.bingmapsportal.com/								
	1	[1,20]								
	18	[5,200]								
utation	Bing Maps	The distance unit is km for 'Geodesic Approximation' and 'Bing Maps'								
	Fastest	Recommendation: use Fastest								
	50	Not used for the 'Bing Maps' option								
10										
11	3.Vehicles	Number of vehicle types	1	Heterogeneous VRP if greater than 1						
12										
13	4.Solution	Vehicles must return to the depot?	Yes	Open VRP if no return						
14		Time window type	Hard							
15		Working time includes waiting time	Yes	A vehicle waits if it arrives before the beginning of the time window						
16										
17	5.Optional - Visualization	Visualization background	Bing Maps							
18		Location labels	Location IDs							
19										
20	6.Solver	Warm start?	Yes							
21		CPU time limit (seconds)	480	Recommendation: At least 60 seconds						
22										
23										
24										
25										

The bottom of the interface shows a 'VRP Solver Console' and a series of tabs: 1.Locations, 2.Distances, 3.Vehicles, 4.Solution, 5.Visualization, and a plus sign for additional tabs.

Figura 21- Vrp Spreadsheet Solver – Opção 0 : Optinioal Reset Workbook

Esta figura representa o ecrã onde deve ser feito o *reset* total dos dados do Solver.

Sequence	Parameter	Value	Remarks
0.Optional - GIS License	Bing Maps Key	AnBh1z9nqeXq7jcJLzuFh-tBhsFWyoCyk8bragPrVWc-jx6x4ip-gwu87A3SAkXpy	You can get a free key at https://www.bingmapsportal.com/
1.Locations	Number of depots	1	[1,20]
	Number of customers	18	[5,200]
2.Distances	Distance / duration computation	Bing Maps	The distance unit is km for 'Geodesic Approximation' and 'Bing Maps'
	Bing Maps route type	Fastest	Recommendation: use Fastest
	Average vehicle speed	50	Not used for the 'Bing Maps' option
3.Vehicles	Number of vehicle types	1	Heterogeneous VRP if greater than 1
4.Solution	Vehicles must return to the depot?	Yes	Open VRP if no return
	Time window type	Hard	
	Working time includes waiting time	Yes	A vehicle waits if it arrives before the beginning of the time window
5.Optional - Visualization	Visualization background	Bing Maps	
	Location labels	Location IDs	
6.Solver	Warm start?	Yes	
	CPU time limit (seconds)	480	Recommendation: At least 60 seconds

Figura 32- Vrp Spreadsheet Solver – Opção 0 : Optinioal Reset Workbook

Esta figura representa o ecrã onde deve ser feito o preenchimento do número de clientes a visitar, o tipo de otimização a fazer, sendo Shortest ou Fastest, e onde é também atribuído o tempo de processador em segundos em que o algoritmo deve realizar iterações. Todas as outras variáveis devem permanecer como estão por defeito.

FICHEIRO BASE INSERIR ESQUEMA DE PÁGINA FÓRMULAS DADOS REVER VER PROGRAMADOR SUPLEMENTOS FOXIT READER PDF INQUIRE POWERPIVOT Iniciar sessão										
VRP Spreadsheet Solver ▾										
0. Optional - Reset the workbook										
1.1 Setup Locations Worksheet										
1.2 Optional - Populate lat/lon using addresses										
1.3 Optional - Sort locations alphabetically										
2.1 Setup Distances Worksheet										
2.2 Optional - Populate Distances Worksheet										
3. Setup Vehicles Worksheet										
4. Setup Solution Worksheet										
5. Optional - Setup Visualization Worksheet										
6.1 Engage VRP Spreadsheet Solver										
6.2 Optional - Feasibility check										
6.3 Optional - Engage external solver										
About										
		C	D	E	F	G	H	I	J	K
		Address	Latitude (y)	Longitude (x)	Time window start	Time window end	Must be visited?	Service time	Pickup amount	Delivery amount
		38.647565, -8.201547	38,6475650	-8,2015470	03:00	23:59	Starting location	0:00	0	0
		38.5861347, -7.9041919	38,5861347	-7,9041919	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
		38.422348, -7.535198	38,4223480	-7,5351980	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
		38.422348, -7.535197	38,4223480	-7,5351970	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
		38.422348, -7.535200	38,4223480	-7,5352000	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
		38.706131, -7.403308	38,7061310	-7,4033080	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
		38.8438775, -7.3470304	38,8438775	-7,3470304	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
		38.8352313, -7.5869594	38,8352313	-7,5869594	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
		39.0528569, -7.4405373	39,0528569	-7,4405373	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
		39.0524073, -7.4386624	39,0524073	-7,4386624	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
12	10	JOAO LUIS TAVARES	39.1218363, -7.2845731	39,1218363	-7,2845731	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
13	11	MARIA CONSTANCA ROMAO DE MOURA	39.1220633, -7.2859053	39,1220633	-7,2859053	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
14	12	EMILIO MANUEL RIBEIRO CARDOSO	39.1808395, -7.2829497	39,1808395	-7,2829497	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
15	13	JOAO ANTONIO DA SILVA MARQUES	39.4121831, -7.3479548	39,4121831	-7,3479548	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
16	14	RICARDO MANUEL ALVARO BARROQUEIRO	39.3926537, -7.4088880	39,3926537	-7,4088880	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
17	15	JOAO DANIEL MOURINHO ALMEIDA	39.3714985, -7.4316350	39,3714985	-7,4316350	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
18	16	JOAO CARLOS SALGUEIRO	39.3518945, -7.5123614	39,3518945	-7,5123614	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
19	17	ORLANDO MANUEL CARRILHO BATISTA	39.4110962, -7.6815631	39,4110962	-7,6815631	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
20	18	ANIBAL ANTONIO CONCEIÇÃO SORRECIO	39.3182516, -7.8112915	39,3182516	-7,8112915	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
21										
22										
23										
24										
25										
26										
VRP Solver Console 1.Locations 2.Distances 3.Vehicles 4.Solution 5.Visualization										

Figura 43- Vrp Spreadsheet Solver – Opção 1.1 : Setup Locations Workbook

Ao escolher a opção 1.1 a solução irá gerar a folha presente na figura a cima, onde deverão ser colocados os nomes e as moradas ou coordenadas dos clientes a visitar.

VRP Spreadsheet Solver -

- 0. Optional - Reset the workbook
- 1.1 Setup Locations Worksheet
- 1.2 Optional - Populate lat/lon using addresses
- 1.3 Optional - Sort locations alphabetically
- 2.1 Setup Distances Worksheet
- 2.2 Optional - Populate Distances Worksheet
- 3. Setup Vehicles Worksheet
- 4. Setup Solution Worksheet
- 5. Optional - Setup Visualization Worksheet
- 6.1 Engage VRP Spreadsheet Solver
- 6.2 Optional - Feasibility check
- 6.3 Optional - Engage external solver
- About

	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Address	Latitude (y)	Longitude (x)	Time window start	Time window end	Must be visited?	Service time	Pickup amount	Delivery amount
	38.647565, -8.201547	38,6475650	-8,2015470	03:00	23:59	Starting location	0:00	0	0
	38.5861347, -7.9041919	38,5861347	-7,9041919	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
	38.422348, -7.535198	38,4223480	-7,5351980	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
	38.422348, -7.535197	38,4223480	-7,5351970	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
	38.422348, -7.535200	38,4223480	-7,5352000	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
	38.706131, -7.403308	38,7061310	-7,4033080	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
	38.8438775, -7.3470304	38,8438775	-7,3470304	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
	38.8352313, -7.5869594	38,8352313	-7,5869594	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
	39.0528569, -7.4405373	39,0528569	-7,4405373	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
	39.0524073, -7.4386624	39,0524073	-7,4386624	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0	0
12	10 JOAO LUIS TAVARES	39.1218363, -7.2845731	39,1218363	-7,2845731	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
13	11 MARIA CONSTANCA ROMAO DE MOURA	39.1220633, -7.2859053	39,1220633	-7,2859053	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
14	12 EMILIO MANUEL RIBEIRO CARDOSO	39.1808395, -7.2829497	39,1808395	-7,2829497	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
15	13 JOAO ANTONIO DA SILVA MARQUES	39.4121831, -7.3479548	39,4121831	-7,3479548	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
16	14 RICARDO MANUEL ALVARO BARROQUEIRO	39.3926537, -7.4088880	39,3926537	-7,4088880	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
17	15 JOAO DANIEL MOURINHO ALMEIDA	39.3714985, -7.4316350	39,3714985	-7,4316350	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
18	16 JOAO CARLOS SALGUEIRO	39.3518945, -7.5123614	39,3518945	-7,5123614	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
19	17 ORLANDO MANUEL CARRILHO BATISTA	39.4110962, -7.6815631	39,4110962	-7,6815631	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
20	18 ANIBAL ANTONIO CONCEIÇÃO SORRECIO	39.3182516, -7.8112915	39,3182516	-7,8112915	00:00	23:59	Must be visited	0:05	0
21									
22									
23									
24									
25									
26									

VRP Solver Console 1.Locations 2.Distances 3.Vehicles 4.Solution 5.Visualization

PRONTO MÉDIA: 0:05:00 CONTAR: 17 SOMA: 1:25:00 100%

Figura 54- Vrp Spreadsheet Solver – Opção 1.2: Optional – Populate Lat/lon using addresses

Ao escolher a opção 1.2 a solução irá gerar, na folha que foi preenchida anteriormente com nomes e moradas, a latitude e longitude correspondente a cada morada de cliente, é ainda nesta folha que se devem definir as restrições horárias, preenchendo os campos Time Windows start e Time Windows End com as janelas horárias que cada cliente deve ser visitado caso exista tal restrição. No caso da otimização da zona4, foi neste ecrã que se definiram as janelas gorarias para calcular os tempos da solução que inclui restrições.

FICHEIRO BASE INSERIR ESQUEMA DE PÁGINA FÓRMULAS DADOS REVER VER PROGRAMADOR SUPLEMENTOS FOXIT READER PDF INQUIRE POWERPIVOT Iniciar sessão

VRP Spreadsheet Solver

- 0. Optional - Reset the workbook
- 1.1 Setup Locations Worksheet
- 1.2 Optional - Populate lat/lon using addresses
- 1.3 Optional - Sort locations alphabetically
- 2.1 Setup Distances Worksheet
- 2.2 Optional - Populate Distances Worksheet
- 3. Setup Vehicles Worksheet
- 4. Setup Solution Worksheet
- 5. Optional - Setup Visualization Worksheet
- 6.1 Engage VRP Spreadsheet Solver
- 6.2 Optional - Feasibility check
- 6.3 Optional - Engage external solver
- About

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	To	Distance	Duration	Method:	Bing Maps						
12 Armazém	Armazém	0,00	0:00								
13 Armazém	MANUEL ROSA PEREIRA	31,50	0:32								
14 Armazém	RUI MANUEL VALENTE CORNETA	67,43	1:02								
15 Armazém	ANTONIO JACINTO ROSA	67,43	1:02								
16 Armazém	JOSE MANUEL S. MATALOTO	67,43	1:02								
17 Armazém	MARIO MIGUEL PITA DA SILVEIRA BELO	81,37	1:12								
18 Armazém	JAIME MANUEL CALHEIRINHA MAGARREIRO	86,14	1:10								
19 Armazém	LUIS PARREIRA	62,99	0:51								
20 Armazém	JOAO HENRIQUE FERREIRA PALIOTES	90,33	1:16								
21	JOAO AUGUSTO CABEÇA RAMOS MOURA	90,83	1:16								
22	JOAO LUIS TAVARES	107,51	1:32								
23	MARIA CONSTANCA ROMAO DE MOURA	107,34	1:32								
24	EMILIO MANUEL RIBEIRO CARDOSO	114,11	1:35								
25	JOAO ANTONIO DA SILVA MARQUES	140,17	1:58								
26	RICARDO MANUEL ALVARO BARROQUEIRO	134,99	1:52								
	JOAO DANIEL MOURINHO ALMEIDA	127,27	1:45								
	JOAO CARLOS SALGUEIRO	128,35	1:45								
	ORLANDO MANUEL CARRILHO BATISTA	121,88	1:44								
	ANIBAL ANTONIO CONCEIÇÃO SORRECIO	103,59	1:31								
	MANUEL ROSA PEREIRA Armazém	30,83	0:30								
	MANUEL ROSA PEREIRA MANUEL ROSA PEREIRA	0,00	0:00								
	MANUEL ROSA PEREIRA RUI MANUEL VALENTE CORNETA	40,77	0:43								
	MANUEL ROSA PEREIRA ANTONIO JACINTO ROSA	40,77	0:43								
	MANUEL ROSA PEREIRA JOSE MANUEL S. MATALOTO	40,77	0:43								
	MANUEL ROSA PEREIRA MARIO MIGUEL PITA DA SILVEIRA BELO	53,43	0:48								

VRP Solver Console 1.Locations 2.Distances 3.Vehicles 4.Solution 5.Visualization

PRONTO CONTAR: 19 100%

Figura 65- Vrp Spreadsheet Solver – Opção 2.1 e 2.2 – Setup Distances WorkSheet e Optional – Populate Distances WorkSheet

Esta figura representa o ecrã que é gerado ao selecionar a opção 2.1. Após esse ecrã estar gerado a solução está em condições de calcular as distancias entre cada ponto a visitar, para isso basta selecionar a opção 2.2.

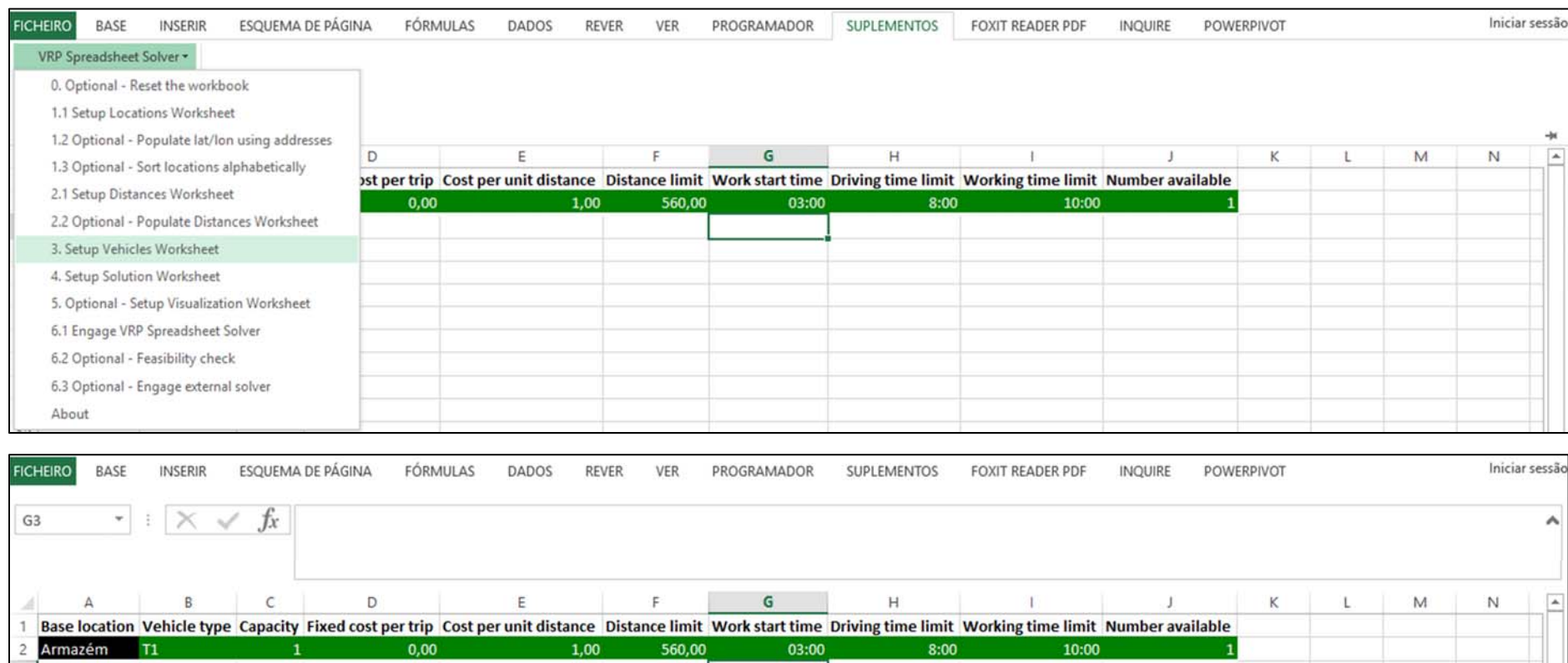


Figura 76- Vrp Spreadsheet Solver – Opção 3– Setup Vehicles WorkSheet

Esta figura representa o ecrã que é gerado ao seleccionar a opção 3. Neste ecrã poderemos escolher o ponto de partida do veículo, o tipo de veículo, a capacidade, o limite de distancia a percorrer, a hora de inicio de trabalho, as horas máximas de condução e o tempo máximo de trabalho.

FICHEIRO

BASE

INSERIR

ESQUEMA DE PÁGINA

FÓRMULAS

DADOS

REVER

VER

PROGRAMADOR

SUPLEMENTOS

FOXIT READER PDF

INQUIRE

POWERPIVOT

Iniciar sessão

VRP Spreadsheet Solver

0. Optional - Reset the workbook

1.1 Setup Locations Worksheet

1.2 Optional - Populate lat/lon using addresses

1.3 Optional - Sort locations alphabetically

2.1 Setup Distances Worksheet

2.2 Optional - Populate Distances Worksheet

3. Setup Vehicles Worksheet

4. Setup Solution Worksheet

5. Optional - Setup Visualization Worksheet

6.1 Engage VRP Spreadsheet Solver

6.2 Optional - Feasibility check

6.3 Optional - Engage external solver

About

	G	H	I	J	K	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
		19	Net profit:	-413,09										
	Travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load							
	0,00	0:00	03:00	03:00	0:00	0	0							
	31,50	0:32	03:32	03:37	0:37	0	0							
	72,27	1:15	04:20	04:25	1:25	0	0							
	72,27	1:15	04:25	04:30	1:30	0	0							
	72,27	1:15	04:30	04:35	1:35	0	0							
	111,47	1:51	05:11	05:16	2:16	0	0							
	137,06	2:15	05:40	05:45	2:45	0	0							
12	7	LOIS PARREIRA	160,52	2:38	06:08	06:13	3:13	0	0					
13	8	JOAO HENRIQU	189,78	3:06	06:41	06:46	3:46	0	0					
14	9	JOAO AUGUSTO	190,01	3:07	06:47	06:52	3:52	0	0					
15	10	MARIA CONSTA	206,98	3:26	07:11	07:16	4:16	0	0					
16	11	JOAO LUIS TAVA	207,14	3:27	07:17	07:22	4:22	0	0					
17	12	EMILIO MANUE	214,41	3:35	07:30	07:35	4:35	0	0					
18	13	JOAO ANTONIO	247,23	4:07	08:07	08:12	5:12	0	0					
19	14	RICARDO MANU	254,52	4:16	08:21	08:26	5:26	0	0					
20	15	JOAO DANIEL M	264,12	4:26	08:36	08:41	5:41	0	0					
21	16	JOAO CARLOS S	276,19	4:39	08:54	08:59	5:59	0	0					
22	17	ORLANDO MAN	294,23	4:56	09:16	09:21	6:21	0	0					
23	18	ANIBAL ANTON	311,53	5:16	09:41	09:46	6:46	0	0					
24	19	Armazém	413,09	6:46	11:16	11:16	8:16	0	0					
25														
26	Detected reasons of infeasibility													

VRP Solver Console

1.Locations

2.Distances

3.Vehicles

4.Solution

5.Visualization

Figura 87- Vrp Spreadsheet Solver – Solution Worksheet

Ao selecionar a opção 4 da solução, esta irá gerar a folha em que terão de ser inseridos todos os clientes pela ordem de visita original sem otimização, para que esta gere uma previsão da rota sem otimização. Ao selecionar a opção 6.1 "Engage VRP Spreadsheet Solver" a solução irá otimizar a solução com base em todas as restrições e dados anteriormente inseridos, mostrando nesta janela a nova solução, ordenando sequencialmente os locais a visitar e a horas previstas para a visita.

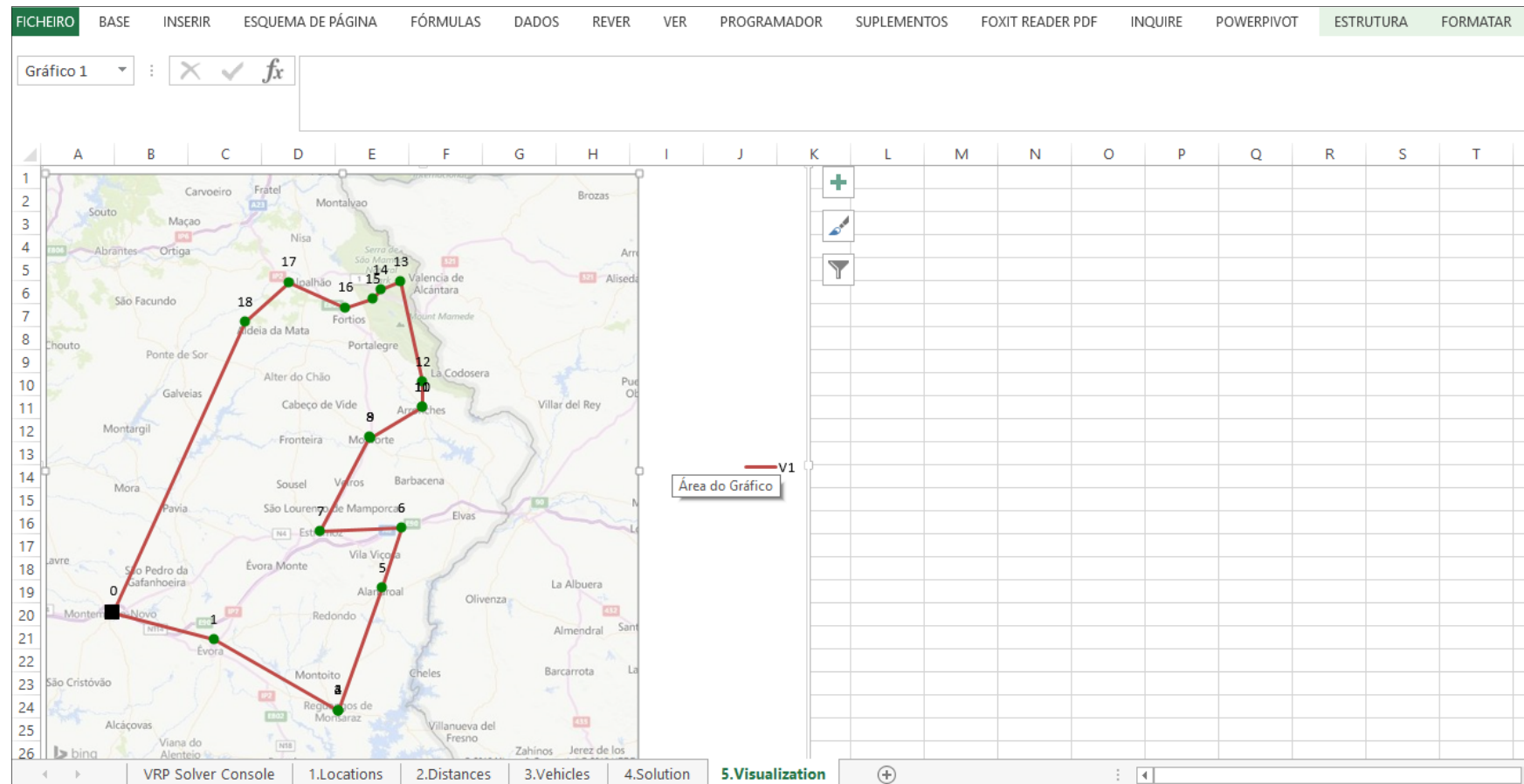


Figura 19 Vrp Spreadsheet Solver – Optional Visualization Worksheet

Por fim, ao selecionar a opção 5, não menos importante a solução irá mostrar os dados anteriormente otimizados através da sua representação gráfica no mapa integrado no excel, traçando a rota com uma sequencia numérica devidamente organizada.